

**Зміст електронного журналу
«Наукові доповіді НУБіП України»
№ 1(89) (лютий), 2021**

**Рекомендований до видання Вченою Радою НУБіП України
протокол № 5 від 22 грудня 2020 р.**

Біологія, біотехнологія, екологія

- 1. Кіроянц М. О., Патица М. В., Патица Т. І.** Оцінка біологічної ефективності перспективних домінантних штамів бактерій ризосфери ячменю ярого
- 2. Сківка Л. М., Гудзь С. О.** Динаміка фітотоксичності ґрунту за різних систем удобрення
- 3. Фурдичко О. І., Чорнобров О. Ю., Соломаха І. В., Тимочко І. Я., Безроднова О. В.** Оцінювання запасів грубого деревного детриту у лісових екосистемах національного природного парку «Слобожанський»
- 4. Штонда О. А., Ізраелян В. М.** Зміни функціонально-технологічних показників м'яса африканського страуса під дією рослинних ферментів у складі посолочних розсолів

Агрономія

- 5. Василюшина О. В.** Зміна фізичних показників плодів вишні залежно від обробки полісахаридними композиціями протягом зберігання
- 6. Гамаюнова В. В., Кувшинова А. О.** Формування надземної маси та врожайності зерна сортами ячменю озимого в умовах Південного Степу України під впливом біопрепаратів
- 7. Куц О. В., Шевченко С. В., Михайлин В. І., Семененко І. І.** Системи удобрення батату (*Ipomoea batatas*) в умовах Лівобережного Лісостепу України
- 8. Назаренко М. М., Лихолат Ю. В., Савосько В. М.** Мутагенна депресія пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) при дії гамма-променів

Тваринництво. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва

- 9. Тарадайко А. П., Зламанюк Л. М.** Молочна продуктивність кобил Новоолександрівської породи різних ліній
- 10. Слива Ю. В.** Розроблення методу оцінювання ризиків захисту харчових продуктів від навмисних загроз, як складова управління безпечністю харчових продуктів

11.Цехмістренко С. І., Федорченко М. М. Вплив вітамінно-мінеральних добавки на показники антиоксидантного захисту у кролів новозеландської білої породи

Лісівництво і декоративне садівництво

12.Меженський В. М. Міжвидові гібриди *Juglans regia* L. (англ. мовою)

13.Сірко З. С., Стариш Є. А., Коновальчук Г. Я., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчилевський Д. П., Кісіль Л. Л., Пархоменко В. І. Відповідність вогнезахисних целюлозовмісних матеріалів екологічній безпеці

Техніка та енергетика АПК

14.Коренда В. А., Протасов О. С., Вишняков І. Ю., Колядюк М. Ж., Сірко З. С. Методика визначення енергоємності продукції на прикладі елеватора

15.Сірко З. С., Стариш Є. А., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчилевський Д. П., Кісіль Л. Л. Антипіренна композиція для вогнезахисту целюлозовмісних матеріалів

Biology, biotechnology, ecology

1. **Kiroiants M., Patyka M., Patyka T.** Estimation of the biological efficiency of prospective dominant strains of bacteria in the rhizosphere of spring barley
2. **Skivka L., Hudz S.** Dynamics of phytotoxicity of soil under different fertilizer systems
3. **Furdychko O., Chornobrov O., Solomakha I., Tymochko I., Bezrodnova O.** Estimation of coarse woody debris stocks in forest ecosystems of Slobozhansky national nature park
4. **Shtonda O., Israeliian V.** Changes in functional and technological indicators of african ostrich meat under the action of vegetable enzymes in the composition of salting brine

Agronomy

5. **Vasylyshyna O.** Change of physical indicators of cherry fruit depending on treatment by polysaccharide compositions during storage
6. **Gamayunova V., Kuvshinova A.** Formation of aboveground mass and grain yield of winter barley varieties in the conditions of Southern Steppe of Ukraine under the influence of biopreparations
7. **Kuts O., Shevchenko S., Mikhailin V., Semenenko I.** Supply fertilization systems (ipomoea batatas) in the conditions of the left bank Forest Steppe of Ukraine
8. **Nazarenko M., Lykholat Y., Savosko V.** Winter wheat (triticum aestivum l.) mutation depression under gamma-rays action

Animal science. Technology of production and processing of livestock products

9. **Taradayko A., Zlamaniuk L.** Milk productivity of novoleksandrivsky mays of different lines
10. **Sliva Yu.** Development of a method for assessing risks of food fraud and food defense as a component of food safety management
11. **Tsekhmistrenko S., Fedorchenko M.** Effect of vitamin and mineral supplements on antioxidant protection indices in new zealand white breed rabbit

Forestry and ornamental plants

12. **Mezhenskyj V.** Interspecific hybrids of Juglans regia L.

13.Sirko Z., Starysh E., Konovalchuk G., Tsireny N., Tsapcko O., Torchilevskiy D., Kysyl L., Parkhomenko V. Compliance of fire-protective cellulose-containing materials with environmental safety

Engineering

14.Korenda V., Protasov O., Vyshniakov I., Kolyadyuk M., Sirko Z. Methods of determination of product energy intensity on the example of a grain elevator

15.Sirko Z., Starysh E., Tsireny N., Tsapcko O., Torchilevskiy D., Kysyl L. Antipyrene composition for fire protection of cellulose-containing material

**ОЦІНКА БІОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРСПЕКТИВНИХ
ДОМІНАНТНИХ ШТАМІВ БАКТЕРІЙ РИЗОСФЕРИ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО****М. О. КІРОЯНЦ**, аспірантE-mail: midiya1993@gmail.com**М. В. ПАТИКА**, доктор сільськогосподарських наук, професор,

член-кореспондент НААН

E-mail: mpatyka@gmail.com**Т. І. ПАТИКА**, доктор сільськогосподарських наук, професор*Національний університет біоресурсів і природокористування України*E-mail: patykatatyana@gmail.com<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.01.001>

Анотація. Важливим завданням сучасного сільськогосподарського виробництва є створення нових екологічно безпечних агротехнологій, спрямованих на підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Ячмінь ярий – важлива зернофуражна культура, яка займає істотне місце в балансі концентрованих кормів. Тому наше дослідження досить актуальне у наш час, з огляду на тенденції до переходу на екологічне землеробство і розвиток біологічних добрив. Метою дослідження було визначення ефективності інокуляції домінантними штамами бактерій ризосфери *Phyllobacterium ifriqiense* 1 та *Bacillus methylophilus* 10 насіння ячменю ярого та фізіологічні параметри росту і розвитку культури в модельних умовах. Завдання дослідження – визначення титру життєздатних бактерій, експозиція насіння ячменю ярого у бактеріальній суспензії, облік росту рослин ячменю ярого та фіксація його біометричних показників після бактерізації; визначення фізіологічних параметрів росту і розвитку рослин у модельних умовах. Методи дослідження – мікробіологічні (прямий підрахунок життєздатних колонієутворюючих одиниць за допомогою камери Горяєва). Показники фотосинтетичної діяльності листка визначали за допомогою біофізичного методу індукції флуоресценції хлорофілу портативним приладом «Флоратест». Результати досліджень – штам *Phyllobacterium ifriqiense* 1 продемонстрував максимальний біологічний ефект на ростові показники тест-культури ячменю (включаючи розведення культуральної рідини). Встановлено, що обробка бактеріальними суспензіями *Phyllobacterium ifriqiense* 1 та *Bacillus methylophilus* 10 сприяє активізації функцій фотосинтетичного апарату рослин ячменю в лабораторних умовах. Перспективи – ризосферні мікроорганізми є важливими компонентами середовища вже на перших етапах онтогенезу зернових культур, тому використання домінантних бактерій-інокулянтів має науково-практичне значення у оптимізації технологій агровиробництва.

Ключові слова: *Phyllobacterium ifriqiense* 1, *Bacillus methylophilus* 10, інокуляція, біометричні показники, ячмінь ярий, флоратест

Кіроянц М. О., Патика М. В., Патика Т. І.

Актуальність дослідження.

Мікробні угруповання є найбільш чутливим та динамічним компонентом ґрунту, особливо в умовах антропогенного навантаження. Зважаючи на той факт, що ґрунтові мікроорганізми відіграють виняткову роль у кругообігу речовин, продуктивності фітоценозів і стійкості екосистем загалом, одним із пріоритетних завдань є вивчення функціональних характеристик мікробіомів ґрунту в умовах зернових агроценозів. Екологічні функції ґрунтових мікроорганізмів настільки різноманітні та численні, що входять практично в усі типи біогеноценотичних функцій ґрунтів [1-4].

Від видоспецифічності рослин і ризосферних мікроорганізмів залежить рівень генетичного потенціалу сільськогосподарських культур, що зумовлює формування рослинно-мікробних систем, доступність поживних речовин та імовірність розвитку контролюючих, антагоністичних та інших конкурентоздатних біоагентів [5-7]. Ризосфера рослин є унікальним середовищем, особливість якого полягає в постійному надходженні низькомолекулярних сполук у вигляді корневих ексудатів. У ризосфері підтримується велика кількість метаболічно активної мікробіоти, біомаса і поліморфізм якої може бути вищим на кілька порядків, ніж у

загалом у орному шарі ґрунту. Взаємодії між рослинами і мікроорганізмами в значній мірі не розкриті, а сучасні дослідження свідчать про виняткову складність цих взаємодій і чинників, що впливають на них. Отже, комплексні дослідження біологічної системи «рослина-ґрунт-мікробіота» є надзвичайно перспективними, особливо для пошуку нових універсальних агентів біопрепаратів, розробки біотехнологічних аспектів формування рослинно-мікробних взаємодій в зернових агроценозах.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В останній час активно вивчається вплив і дія різних біопрепаратів на онові бактерій та їх вплив на активність мікробіоти ґрунту в ризосфері ячменю ярого. Спостерігається значне покращення врожаю та фітопатологічного стану рослин за використання біодобрив у порівнянні з мінеральними добривами.

Мета дослідження — визначення ефективності інокуляції домінантними штамами бактерій ризосфери *P. ifriqiense* 1 та *B. methylotrophicus* 10 насіння ячменю ярого та фізіологічні параметри росту і розвитку культури в модельних умовах.

Матеріали і методи дослідження. У дослідженнях використовували домінантні штамами мікроорганізмів *P. ifriqiense* 1 та *B. methylotrophicus* 10, які виділено та ідентифіковано на базі

Кіроянц М. О., Патика М. В., Патика Т. І.

Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України. Мікробіологічний аналіз чисельності життєздатних колонієутворюючих одиниць в 1 мл (КУО/мл) суспензії

$$M = \frac{Ax400}{1000}, \text{ млрд./мл (1)}$$

де, M - титр (10^{-9}); A - середнє значення клітин бактерій ($\frac{\Sigma}{16}$).

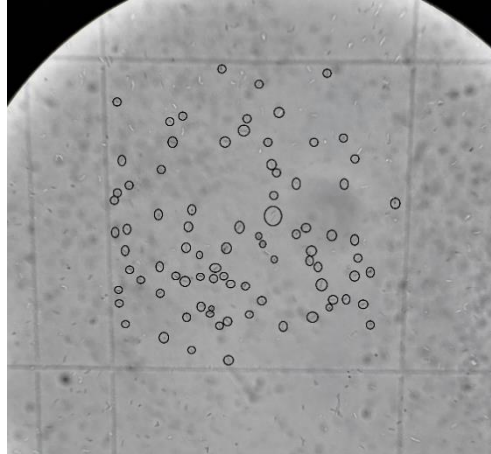


Рис. 1. Прямий підрахунок клітин бактерій, камера Горяєва (x100)

Мікроскопічні дослідження готових препаратів проводили за допомогою світлового мікроскопу Sigeta MB-130, збільшення 40x, імерсійний об'єктив 90x, мікроскопу «Axiostar plus», ICS, збільшення 100x, у препаратах «жива крапля», а також фіксованих препаратах, забарвлених фуксином. У досліді використано сучасну безокулярну систему візуалізації клітин EVOS FL.

У лабораторному досліді експозиція насіння ячменю ярого в бактеріальних суспензіях штамів *P. ifriqiense 1*, *B. methylotrophicus 10* складала 5-7 хвилин за вихідних показниках титру $6,0 \times 10^7$ КУО/мл суспензії та у розведенні 1:1. Тривалість модельного досліді 10 діб, за постійного зволоження

здійснено за методом прямого підрахунку клітин у камері Горяєва [8], розраховуючи титр за формулою (1):

фільтрувального паперу у чашках Петрі.

Для аналізу брали біологічну повторність – 10 рослин на варіант, повторність у досліді – триразова.

Дослідження змін функціонального стану і активності фотосинтетичного апарату тест-рослин ячменю виконували, застосовуючи біофізичний метод індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ), фіксуючи дані портативним приладом вітчизняного виробництва «Флоратест» за загальноприйнятою методикою [9]. Фотохімічну активність листків визначали в лабораторії «Біотехнології та клітинної селекції» кафедри екобіотехнології та біорізноманіття НУБіП України. Портативний прилад

Кірюяц М. О., Патики М. В., Патики Т. І.

«Флоратест» (Україна) оснащений рідинно-кристалічним дисплеєм (128x64 пікселів) і виносним оптоелектронним датчиком із довжиною хвилі опромінення 470 ± 15 нм, площею плями опромінення не менш як 15 мм^2 та освітленості в її межах не менш як $2,4 \text{ Вт/м}^2$. Спектральний діапазон вимірювання інтенсивності флуоресценції – від 670 до 800 нм. Дані, виміряні приладом, опрацьовували за допомогою програмного забезпечення «Флоратест», отримані результати відображено у табличній або графічній формі. Темнова адаптація листків перед вимірюваннями становила не менш як 20 хв.

Повторність вимірювань у кожному варіанті триразова. Коефіцієнти K^1 , K^2 та K^3 розраховували, як середнє арифметичне трьох показників приладу «Флоратест».

Статистичний аналіз проведено за програмою Statistica 8.0, дані обчислено за MS Excel.

Результати досліджень та їх обговорення. В умовах модельного вегетаційного дослідження встановлено, що штам *P. ifriqiense* 1 збільшує довжину коренів на 84,3 % відносно контролю та на 42,2 % у варіанті з використанням штаму *B. methylotrophicus* 10. Довжина проростків на відповідно 33,7 % та 16,0 % – без розведення (таблиця 1).

1. Вплив домінантних ризосферних штамів на біометричні показники тест-культури ячменю ярого (модельний вегетаційний дослід, 2020 р.)

Варіант досліджу	Вихідний титр КУО/мл суспензії (без розведення)		Розведення 1:1	
	довжина кореня, см	довжина пагону, см	довжина кореня, см	довжина пагону, см
Контроль	10,2	18,7	—	—
<i>P. ifriqiense</i> 1	18,8	25,0	19,5	27,2
<i>B. methylotrophicus</i> 10	14,5	21,7	16,5	22,7
<i>HIP05</i>	0,3	0,5	0,1	0,6

Аналіз росту рослин ячменю на 10 добу росту представлений в таблиці 2.

Штам *P. ifriqiense* 1 продемонстрував максимальний ефект

на ростові показники тест-культури ячменю і за розведення культуральної рідини.

Табл. 2. Результати аналізу росту ячменю ярого за інокуляції насіння домінантними штамми мікроорганізмів

Контроль (без обробок, вода)	Розведення	<i>Phyllobacterium ifriqiense</i> 1, %	<i>Bacillus methylotrophicus</i> 10, %
	1:0	$\geq 90,0$	$\geq 90,0$
	1:1	+33,0	+28,0

Примітка: достовірність аналізування встановлено порівнюючи крайні значення повторів з середньоарифметичним.

Кіроянц М. О., Патица М. В., Патица Т. І.

За морфологічними ознаками корені проростків ячменю, вирощених за замочування у бактеріальних суспензіях дослідних штамів, характеризувалися щільнішим ростом корневих волосків порівняно з контрольними рослинами.

Встановлено, що обробка бактеріальними суспензіями *P.*

ifriqiense 1 та *B. methylotrophicus* 10 сприяє активізації функцій фотосинтетичного апарату рослин ячменю в лабораторних умовах. Так, показник впливу екзогенних факторів (K^1), що відповідає впливу чинників зовнішнього середовища на рослинний організм у тест-рослин становив 71,0 та 77,0 % (рис. 1).

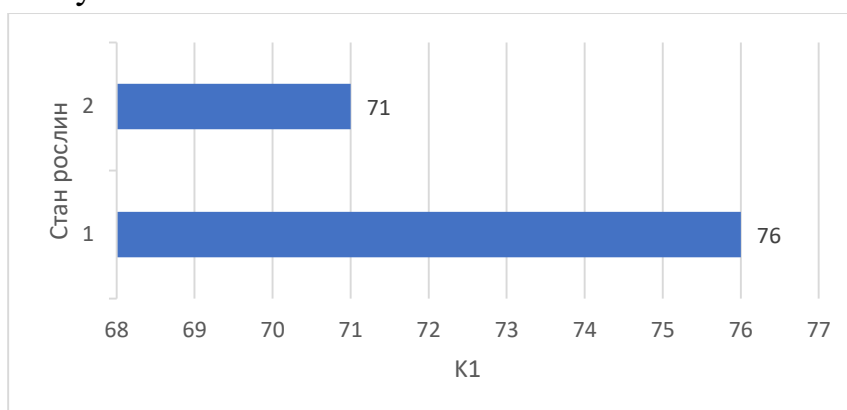


Рис. 2. Параметри вимірювання впливу екзогенних чинників (K^1) на рослини ячменю після інокуляції штамми: 1 — *B. methylotrophicus* 10, 2 — *P. ifriqiense* 1.

Аналіз коефіцієнта індукції флюоресценції (K^2), що корелює із активністю рибулозобісфостфаткарбоксилази /ок

сигенази (основного ферменту циклу Кальвіна) засвідчив, що коефіцієнт K^2 відповідно становить 61,0 % та 72,0 %.

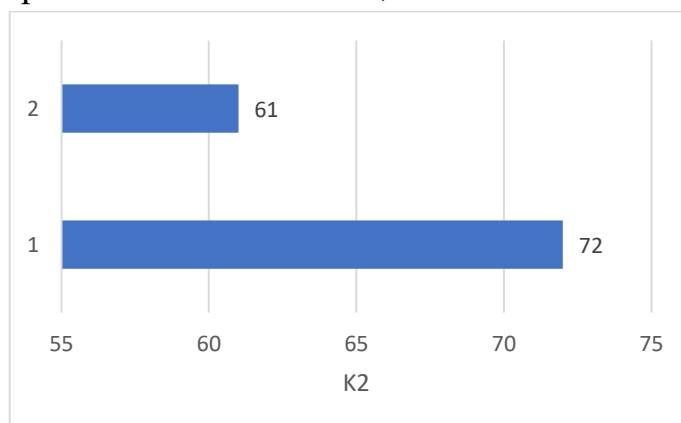


Рис. 3. Параметри вимірювання коефіцієнту індукції флюоресценції (K^2) листків, оброблених штамми: 1 — *B. methylotrophicus* 10, 2 — *P. ifriqiense* 1.

Кіроянц М. О., Патики М. В., Патики Т. І.

Показник впливу ендогенних чинників (K^3), що відповідає внутрішньосистемним чинникам, таким як фітогормональна регуляція

рослин і забезпеченість поживними речовинами, характеризувався такими показниками – 55,0 та 99,0 %, рис. 3.

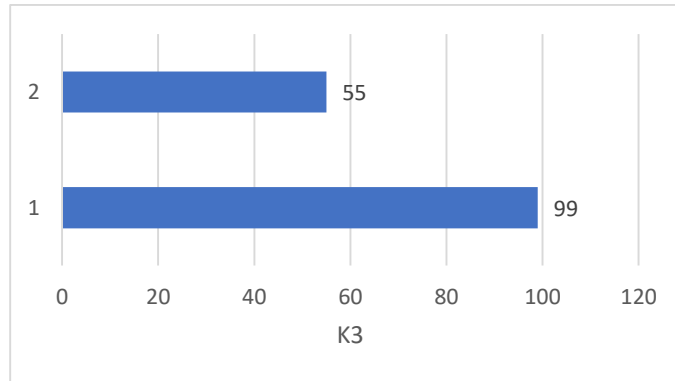


Рис. 3. Параметри вимірювання впливу ендогенних чинників (K^3) листків за інокуляцією штамми: 1 — *B. methylotrophicus* 10, 2 — *P. ifriqiense* 1.

Залежно від стану фотосинтетичного апарату інтенсивність флуоресценції хлорофілу може змінюватись у широкому діапазоні, що спостерігається за опромінювання попередньо адаптованого до темряви листка рослини, водночас інтенсивність флуоресценції спочатку різко зростає, а потім поступово знижується. Цей ефект був вперше виявлений і досліджений Каутським і тому отримав назву «ефект Каутського», або ефект «індукції флуоресценції хлорофілу». Залежність інтенсивності флуоресценції хлорофілу від часу після початку опромінювання відома, як індукційна крива, або крива індукції флуоресценції хлорофілу. Форма цієї кривої досить чутлива до змін, які відбуваються у фотосинтетичному апараті рослин під

час адаптації його до різних умов довкілля, що стало основою широкого використання ефекту Каутського в дослідженні фотосинтезу рослин і оцінки їх стану під впливом стресових чинників.

На рис. 4 наведена типова крива ІФХ, за інокуляції ячменю ярого суспензією штаму *P. ifriqiense* 1.

Показники кривої індукції флуоресценції хлорофілу було опрацьовано і найбільшій уваги приділено функції $(F_{max}-F_{st})/F_{st}$, яка показує індекс життєздатності Rfd (адаптивності) рослин, де F_{max} – максимальна флуоресценція, F_{st} – стаціонарна флуоресценція. І відповідно індекс життєздатності рослин за обробки бактеріальною суспензією *P. ifriqiense* 1 становив 0,6 %; та за обробки *B. methylotrophicus* 10 — 0,7 %.

Кіроянц М. О., Патица М. В., Патица Т. І.

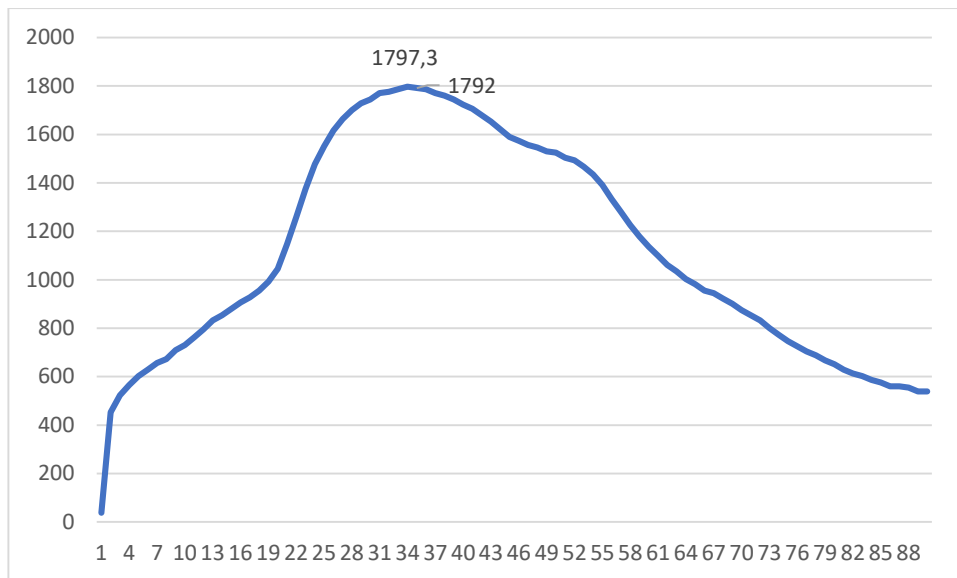


Рис. 4. Крива ІФХ, за обробки ячменю ярого суспензією штаму *P. ifriqiense* 1.

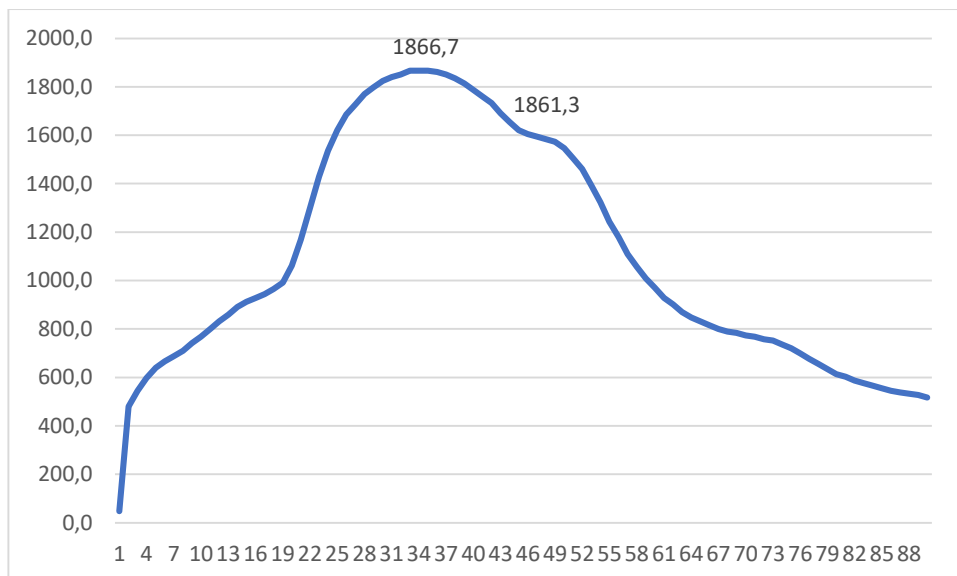


Рис 5. Крива ІФХ за обробки ячменю суспензією штаму *B. methylotrophicus* 10.

Висновки і перспективи. Штам *P. ifriqiense* 1 продемонстрував максимальний біологічний ефект на ростові показники тест-культури ячменю (включаючи розведення культуральної рідини). Спостерігається збільшення довжини коренів тест-рослин ячменю ярого на 84,3 % щодо контролю. Інокуляція бактеріальними суспензіями *P.*

ifriqiense 1 та *B. methylotrophicus* 10 сприяє активізації функцій фотосинтетичного апарату рослин ячменю в лабораторних умовах. Так, показник впливу екзогенних чинників (K_1) у діапазоні 71,0 та 77,0 %; показник впливу ендогенних чинників (K_3) відповідно — 55,0 та 99,0 %. Отже, ризосферні мікроорганізми є важливими

Кіроянц М. О., Патики М. В., Патики Т. І.

компонентами середовища вже на перших етапах онтогенезу зернових культур, тому використання домінантних бактерій-інокулянтів має науково-практичне значення під час оптимізації технологій агровиробництва. Доведено, що ключовими умовами для здорового росту і розвитку рослин вже на перших етапах вегетації є участь біологічної складової в ризосфері (високоєфективні штами природного типу), а також формування трофічних

Список використаних джерел

1. Гадзало Я. М., Патики Н. В., Заришняк А. С. Агробиологія ризосфери рослин. Монографія. К.: Аграрна наука. 2015. 386 с.

2. Патики М. В., Тонха О. Л., Сінченко В. М., Гончар А. М., Патики Т. І. Особливості формування структурово-функціонального складу мікробіому чорнозему цілинного в степу України. Мікробіологічний журнал. 2019. Т. 81 (№4). С. 90-106.

<https://doi.org/10.15407/microbiolj81.04.090>

3. Гадзало Я. М., Патики М. В., Заришняк А. С., Патики Т. І. Агромікробіологія з основами біотехнології. Монографія. К.: Аграрна наука НААН. 2019. с. 204.

4. Патики М. В., Тонха О. Л., Патики Т. І., Кіроянц М. О., Веретюк С. В. Оцінка метагеному прокариотного комплексу чорнозему за аграрного використання. Мікробіологічний журнал. 2018. Т.80 (№6). С. 109-122. <https://doi.org/10.15407/microbiolj80.06.109>

5. Патики М.В., Колодяжний О.Ю., Ібатуллин І.І. Оцінка метагеному та детекція функціонально значущих поліморфізмів прокариот ґрунту з використанням методу піросеквенування. Мікробіологічний журнал. 2016. Т.78 (№2). С.43-51.

6. Lambers H., Mougel C., Jaillard B., Hisinger P. Plant-microbe interactions in the rhizosphere: an evolutionary perspective. Plant Soil. 2009. Vol. 321. P. 83–115.

зв'язків з рослиною. У цьому аспекті використання домінантних мікроорганізмів *P. ifriqiense* 1 та *B. methylotrophicus* 10 сприяє оптимальним умовам вегетації рослин. Мікроорганізми є принципово важливими компонентами середовища (ґрунту), в якому вони відіграють ключову роль у функціонуванні екосистем за допомогою контролю реакції поживних циклів.

7. Paul E. A. Soil microbiology, ecology and biochemistry. Academic press, 2014. P. 573.

8. Звягинцева Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: МГУ, 1991. 304 с.

9. Портативний флуорометр «Флоротест»: настанова з експлуатації. Київ: Ін-т кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України, 2013. 24 с.

References

1. Gadzalo Y. M., Patyka N. V., Zarishnyak A. S. (2015). Agrobiologiya rizosfery rasteniy. Monografiya. K.: Agrarna nauka. 386.

2. Patyka M.V., Tonkha O.L., Sinchenko V.M., Honchar A.M., Patyka T.I. (2019). Osoblyvosti formuvannia strukturovo-funktsionalnoho skladu mikrobiomu chornozemu tsilynnoho v stepu Ukrainy. Mikrobiolohichniy zhurnal. Vol.81 (№4). P. 90-106.

<https://doi.org/10.15407/microbiolj81.04.090>

3. Hadzalo I.M., Patyka M.V., Zaryshniak A.S., Patyka T.I. (2019). Ahromikrobiolohiia z osnovamy biotekhnolohii. Monohrafiia. K.: Ahrarna nauka NAAN. p. 204.

4. Patyka M.V., Tonkha O.L., Patyka T.I., Kiroiants M.O., Veretiuk S.V. (2018). Otsinka metahenomu prokariotnoho kompleksu chornozemu za ahrarnoho vykorystannia. Mikrobiolohichniy zhurnal. Vol.80 (№6). P. 109-122. doi:

<https://doi.org/10.15407/microbiolj80.06.109>

Кірюянц М. О., Патыка М. В., Патыка Т. І.

5. Patyka M.V., Kolodiaznyi O.Y., Ibatullin I.I. (2016). Otsinka metahenomu ta detektsiia funktsionalno znachushchykh polimorfizmiv prokariot hruntu z vykorystanniam metodu pirosekvenuvannia. Mikrobiolohichnyi zhurnal. Vol. 78 (№2). P. 43-51.

6. Lambers H., Mougel C., Jaillard B., Hisinger P. (2009). Plant-microbe interactions

in the rhizosphere: an evolutionary perspective. Plant Soil. Vol. 321. – P. 83–115.

7. Paul E. A. (2014). Soil microbiology, ecology and biochemistry. Academic press. 573 p.

8. Zvyagintseva D. G. (1991). Metodyi pochvennoy mikrobiologii i biohimii. MGU. 304 p.

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДОМИНАНТНЫХ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ РИЗОСФЕРЫ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО

М. О. Кірюянц, Н. В. Патыка, Т. І. Патыка

Аннотация. Важной задачей современного сельскохозяйственного производства является создание новых экологически безопасных агротехнологий, направленных на повышение продуктивности сельскохозяйственных культур. Ячмень - важная зернофуражная культура, занимающая существенное место в балансе концентрированных кормов. Поэтому наше исследование достаточно актуально в наше время, учитывая тенденции к переходу на экологическое земледелие и развитие биологических удобрений. Целью исследования было определение эффективности инокуляции доминантными штаммами бактерий ризосферы *Phyllobacterium ifriqiense* 1 и *Vacillus methylotrophicus* 10 семян ячменя ярового и физиологические параметры роста и развития культуры в модельных условиях. Задача исследования – определение титра жизнеспособных бактерий, экспозиция семян ячменя ярового в бактериальной суспензии, учет роста растений ячменя ярового и фиксация его биометрических показателей после бактериализации; определения физиологических параметров роста и развития растений в модельных условиях. Методы исследования – микробиологические (прямой подсчет жизнеспособных колониеобразующих единиц с помощью камеры Горяева). Показатели фотосинтетической деятельности листа определяли с помощью биофизического метода индукции флуоресценции хлорофилла портативным прибором «Флоратест». Результаты исследований – штамм *Phyllobacterium ifriqiense* 1 продемонстрировал максимальный биологический эффект на ростовые показатели тест-культуры ячменя (включая разведение культуральной жидкости). Установлено, что обработка бактериальными суспензиями *Phyllobacterium ifriqiense* 1 и *Vacillus methylotrophicus* 10 способствует активизации функций фотосинтетического аппарата растений ячменя в лабораторных условиях. Перспективы - ризосферные микроорганизмы являются важными компонентами среды уже на первых этапах онтогенезу зерновых культур, поэтому использование доминантных бактерий-инокулянтов имеет научно-практическое значение при оптимизации технологий агропроизводства.

Кіроянц М. О., Патица М. В., Патица Т. І.

Ключевые слова: *Phyllobacterium ifriqiyense 1*, *Bacillus methylophilus 10* инокуляція, біометрические показатели, ячмень, флоратест

**ESTIMATION OF THE BIOLOGICAL EFFICIENCY
OF PROSPECTIVE DOMINANT STRAINS OF BACTERIA IN THE
RHIZOSPHERE OF SPRING BARLEY**

M. O. Kirojants, M. V. Patyka, T. I. Patyka,

Annotation. An important task of modern agricultural production is the creation of new environmentally friendly agricultural technologies aimed at increasing the productivity of crops. Spring barley is an important forage crop, which occupies a significant place in the balance of concentrated feed. Therefore, our study is quite relevant today, given the trend towards the transition to organic farming and the development of biological fertilizers. The aim of the study was to determine the efficiency of inoculation with dominant strains of rhizosphere bacteria *Phyllobacterium ifriqiyense 1* and *Bacillus methylophilus 10* seeds of spring barley and physiological parameters of growth and development of the culture in model conditions. The task of the study is to determine the titer of viable bacteria, exposure of spring barley seeds in bacterial suspension, accounting for the growth of spring barley plants and fixing its biometric parameters after bacterization; determination of physiological parameters of plant growth and development in model conditions. Research methods – microbiological (direct calculation of viable colony-forming units using Goryaev's camera). Indicators of photosynthetic activity of the leaf were determined using the biophysical method of induction of chlorophyll fluorescence by a portable device "Floratest". The results of studies – the strain *Phyllobacterium ifriqiyense 1* showed the maximum biological effect on the growth of test culture of barley (including dilution of culture fluid). It was found that treatment with bacterial suspensions of *Phyllobacterium ifriqiyense 1* and *Bacillus methylophilus 10* promotes the activation of the functions of the photosynthetic apparatus of barley plants in the laboratory. Prospects – rhizosphere microorganisms are important components of the environment in the early stages of ontogeny of cereals, so the use of dominant inoculating bacteria has scientific and practical significance in the optimization of agricultural production technologies.

Key words: *Phyllobacterium ifriqiyense 1*, *Bacillus methylophilus 10*, inoculation, biometric indicators, spring barley, floratest

**ДИНАМІКА ФІТОТОКСИЧНОСТІ ҐРУНТУ
ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ****Л. М. СКІВКА**, доктор біологічних наук, професор**С. О. ГУДЗЬ**, здобувач*Київський національний університет імені Тараса Шевченка,**ННЦ» Інститут біології та медицини»*

E-mail: sergii.pharm@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.01.002>

Анотація. Мікроорганізми, коренева система рослин, органічні рештки та добрива сприяють вивільненню фізіологічно активних речовин та накопиченню їх у кореневмісній частині ґрунту. Відповідно фітотоксичність ґрунту впливає на ріст та розвиток сільськогосподарських рослин. А тому метою роботи була оцінювання фітотоксичних властивостей ґрунту за різних систем удобрення озимої пшениці, сої, кукурудзи та цукрових буряків. Аналіз фітотоксичності ґрунтів проводили за методикою А.М. Гродзинського. На початку вегетації сої найбільша фітотоксична активність спостерігалась на біологічній системі удобрення, що передбачала застосування пожнивних решток кукурудзи (8-12 т/га) + Біогумус «ЕКОЧУДО» 200 кг/га, що ймовірніше за все викликано повільною нейтралізацією ґрунтовою мікробіотою аллопатичних виділень злакових культур. Встановлено, що за застосування екологічної та біологічної систем удобрення пшениці озимої були отримані мінімальні значення фітотоксичності ґрунту і наприкінці вегетації становили 4,39-3,65 УКО, тобто найменші в досліді. За екологічної системи удобрення (пожнивні рештки пшениці (8-10 т/га) + $N_{90}P_{60}K_{90}$) та особливо біологічної (пожнивні рештки пшениці (8-10 т/га) + Біогумус «ЕКОЧУДО» 1000 кг/га) показники фітотоксичної активності ґрунту у фазу 2-4 листочків у буряків цукрових були найбільш високими, а от під час подальшої вегетації значення знизились на 34-47 %. За застосування екологічної системи удобрення кукурудзи (пожнивні рештки буряків цукрових (30-40 т/га) + $N_{15}P_{30}K_{30}$) фітотоксичність ґрунту впродовж вегетації зменшилась на 37,9 %. Водночас максимальне зменшення відбулось на 66,8 % за біологічної системи удобрення (пожнивні рештки буряків цукрових (30-40 т/га) + Біогумус «ЕКОЧУДО» 750 кг/га). Відповідно умови ґрунтового середовища за біологічної системи землеробства виявилися найбільш сприятливими для розвитку: сої, пшениці, цукрових буряків, кукурудзи.

Ключові слова: ґрунтова мікробіота, системи удобрення, фітотоксичні мікроорганізми, короткоротаційна сівозміна

Актуальність. Одним із зокрема – є підтримання ґрунту та головних завдань систем удобрення його мікробіоти у функціонально сільськогосподарських культур активному стані зі збереженням загалом та добрив нових формуляцій

Сківка Л. М., Гудзь С. О.

процесів корисних, як для мікробіоти так і культурних рослин [1].

Відповідно у процесі життєдіяльності мікроорганізмів ґрунту, кореневої активності рослин та під впливом застосування добрив нових формуляцій відбувається вивільнення фізіологічно активних речовин та накопичення їх у кореневмісній частині ґрунту. У подальшому ці алелопатично активні речовини впливають на ріст та розвиток не тільки рослин, а й мікробіоти ґрунту – змінюючи спрямованість процесів [2].

З погляду прояву алелопатії то за розкладання поживних решток усіх без винятку культур супроводжується змінами фітотоксичності. Однак, рештки бобових культур порівняно швидко розкладаються та проявляють фітотоксичний вплив на ґрунт недовго, а залишки злакових культур навпаки [3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Фітотоксичні мікроорганізми ґрунту порушують обмін речовин у рослин, інтенсивність дихання та знижують фотосинтетичну активність. Відповідно фітотоксичні форми мікроорганізмів представлені в усіх основних групах ґрунтоживучих мікроорганізмів, але найбільше їх поміж мікроскопічних грибів: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, а також бактерій: *Pseudomonas*, *Bacillus* [4, 5].

Дослідження показують, що фітотоксичні мікроорганізми в ґрунті поширені незалежно від його типу, а от уже їх концентрація та активність суттєво змінюється в тому числі й від фізичних параметрів ґрунту, забезпечення органічною речовиною, аерованістю, зволоженістю [6].

Активним джерелом потрапляння у ґрунт фізіологічно активних сполук, окрім надходження їх із післязбиральними рештками, удобреннями та, як результат життєдіяльності мікроорганізмів є також кореневі виділення сільськогосподарських рослин.

Відповідно попри значне вивчення дослідниками питань оцінювання фітотоксичності ґрунту [7, 8], а також особливостей взаємодії рослин та мікроорганізмів у різних сівозмінах та за беззмінного вирощування питання встановлення впливу добрив нової формуляції залишаються мало вивченими [9].

Метою роботи була оцінка фітотоксичних властивостей ґрунту за впливу різних систем удобрення в умовах короткоротаційної сівозміни, яка включає такі культури: озима пшениця, соя, кукурудза та цукрові буряки.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили у 2016–2019 рр. на Білоцерківській дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України.

Сківка Л. М., Гудзь С. О.

Аналіз фітотоксичності ґрунтів проводили за методикою А.М. Гродзинського. Для приготування водних витяжок використовували свіжовідібрані зразки ґрунту доведені до повітряно сухого стану висушуванням у сушильній шафі за температури не вище 40°C. Просушені зразки просіювали через сито з дрібними отворами та заливали дистильованою водою у співвідношенні 1:1. Отриману суспензію перемішували впродовж однієї години на ротаторі та відстоювали впродовж доби, після чого профільтрували надосадову рідину через подвійний складчастий фільтр [5, 9].

Біотестування виконували в чашках Петрі у такій послідовності: на фільтрувальний папір викладали 30 штук насіння редьки *Raphanus sativus* L та заливали 5-7 мл фільтрату. Для кожного варіанту дослідження вивчення фітотоксичності проводили в трикратній повторності [5, 9].

Через 96 годин вимірювали довжину кореневої системи та наземної частини та чисельно виражали за допомогою шкали умовних кумаринових одиниць (УКО) розробленої А. М. Гродзинським [5, 9].

У короткоротаційній сівозміні вирощуються наступні культури: соя – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза на зерно. Як контрольний

варіант використовували сучасну промислову систему удобрення культур, що передбачає використання інтенсивних технологій вирощування та пріоритет застосування промислових засобів удобрення доступних на ринку (переважно мінеральних добрив). В екологічній системі удобрення використовували збалансоване поєднання мінеральних та органічних добрив в екологічно регламентованих нормах. За застосування біологічної системи удобрення, для удобрення культур сівозміни, використовували виключно сучасні органічні добрива, рослинні рештки та гумати (табл. 1).

Для оцінювання стану ґрунтової мікробіоти та перебігу основних мікробіологічних процесів використовували загальноприйняті у ґрунтовій мікробіології методи [10, 11].

Результати дослідження та їх обговорення. Найбільш ефективним методом ідентифікації наявності небажаних фізіологічно активних речовин у ґрунті залишається визначення особливостей зміни росту культурних рослин. А отже, дослідження впливу ґрунтових ксенобіотиків на культури-акцептори через вивчення особливостей фітотоксичності ґрунту проводили застосовуючи в якості біотесту насіння редьки *Raphanus sativus* L.

Сківка Л. М., Гудзь С. О.

1. Система удобрення культур короткоротаційної сівозміни

№ з\п	Система удобрення	Основне удобрення	Передпосівне удобрення	Удобрення по вегетації
Соя				
1	Біологічна	пожнивні рештки кукурудзи (8-12 т/га) + Біогумус (вермикомпост) «ЕКОЧУДО» 200 кг/га	обробка насіння біодобривом Вермісол 10 л/т	Квантум – ГУ-МАТ, 1 л/га
2	Екологічна	пожнивні рештки кукурудзи (8-12 т/га) + P ₃₀ K ₃₀	обробка насіння біодобривом Вермісол 10 л/т + під культивувацію N ₃₀	-
3	Промислова	P ₆₀ K ₆₀	під культивувацію N ₆₀	-
Пшениця озима				
1	Біологічна	пожнивні рештки сої (2-3 т/га) + Біогумус (вермикомпост) «ЕКОЧУДО» 500 кг/га	обробка насіння біодобривом Вермісол 10 л/т	Квантум – ГУ-МАТ, 0,7 л/га
2	Екологічна	пожнивні рештки сої (2-3 т/га) + N ₂₂ P ₂₂ K ₂₂	обробка насіння біодобривом Вермісол 10 л/т + під культивувацію N ₈ P ₈ K ₈	підживлення весною N _{16,5}
3	Промислова	N ₄₄ P ₄₄ K ₄₄	під культивувацію N ₁₆ P ₁₆ K ₁₆	підживлення весною N ₃₃
Буряки цукрові				
1	Біологічна	пожнивні рештки пшениці (8-10 т/га) + Біогумус (вермикомпост) «ЕКОЧУДО» 1000 кг/га	обробка насіння біодобривом Вермісол 10 л/т	Квантум – ГУ-МАТ, 0,7 л/га
2	Екологічна	пожнивні рештки пшениці (8-10 т/га) + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	обробка насіння біодобривом Вермісол 10 л/т + під культивувацію N ₅₅	-
3	Промислова	P ₉₀ K ₁₂₀	під культивувацію N ₁₂₀ P ₃₀ K ₄₀	в підживлення N ₁₂₀ P ₂₀ K ₃₀
Кукурудза на зерно				
1	Біологічна	пожнивні рештки буряків цукрових (30-40 т/га) + Біогумус (вермикомпост) «ЕКОЧУДО» 750 кг/га	обробка насіння біодобривом Вермісол 10 л/т	Квантум – ГУ-МАТ, 1 л/га
2	Екологічна	пожнивні рештки буряків цукрових (30-40 т/га) + N ₁₅ P ₃₀ K ₃₀	обробка насіння біодобривом Вермісол 10 л/т + під культивувацію N ₃₀	підживлення N ₁₅
3	Промислова	N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	під культивувацію N ₆₀	підживлення N ₃₀

Дані визначення динаміки фітотоксичності ґрунту за різних систем удобрення під час

виросування сої наведено в таблиці 2.

2. Динаміка фітотоксичності ґрунту за різних систем удобрення під час вирощування сої, УКО*, 2016-2019 рр.

Системи удобрення	Етапи вегетації культури					
	сходи		бутонізація		побуріння бобів	
	ґрунт	ризосфера	ґрунт	ризосфера	ґрунт	ризосфера
Промислова (контроль)	15,02	13,71	16,04	9,85	14,36	8,65
Екологічна	6,32	7,81	6,47	10,54	7,44	13,36
Біологічна	9,80	9,78	10,81	7,43	8,55	7,23

*УКО – умовні кумаринові одиниці.

На початку вегетації сої найбільша фітотоксична активність спостерігалася на біологічній системі удобрення, що передбачала застосування поживних решток кукурудзи (8-12 т/га) + Біогумус (вермикомпост) «ЕКОЧУДО» 200 кг/га, що ймовірно за все викликано застосуванням великої кількості органіки та повільною нейтралізацією ґрунтовою мікробіотою алелопатичних виділень злакових культур.

Водночас розвиток рослин сої на час повних сходів сприяв зниженню у ризосферному шарі ґрунту показника фітотоксичності. Так, за біологічної системи удобрення зафіксовано зниження концентрації кумарину щодо показників контрольного варіанту – у 1,4 рази, а за екологічної у 1,76 рази.

У фазу бутонізації рослин сої алелопатична активність ґрунту зростає і є максимальною за промислової системи удобрення. Це, на нашу думку, спричинене активізацією процесів мінералізації від застосування мінерального удобрення. А от на системах внесення

органічного добрива та рослинних решток фітотоксичність ґрунту зменшилась в 2,48 та 1,48 рази порівняно з контролем, що пов'язане з нейтралізацією ґрунтовою мікробіотою фізіологічно активних речовин внесених з органічними добривами.

У наших дослідах зростання умовних одиниць токсичності ґрунту відмічено за екологічної системи удобрення від середини до кінця вегетації культури щодо початкового значення, що викликано повільним розкладанням рослинних решток кукурудзи та вивільненням алелопатично активних речовин.

Проведені дослідження токсичності ґрунту засвідчили, що під час вирощування сої найменш токсичним ґрунт є у ризосферному шарі впродовж вегетації культури у порівнянні з загальними ґрунтовими зразками.

Результати досліджень зі встановлення особливостей формування фітотоксичності ґрунту за різних систем удобрення під час вирощування пшениці озимої наведено в таблиці 3.

3. Динаміка фітотоксичності ґрунту за різних систем удобрення при вирощуванні пшениці озимої, УКО*, 2016-2019 рр.

Системи удобрення	Етап вегетації культури					
	початок виходу в трубку		колосіння		молочно-воскова стиглість	
	ґрунт	ризосфера	ґрунт	ризосфера	ґрунт	ризосфера
Промислова (контроль)	8,78	5,69	13,05	9,20	13,81	8,35
Екологічна	8,23	7,29	10,45	10,15	8,56	8,71
Біологічна	7,45	3,97	8,09	6,36	4,39	3,65

*УКО – умовні кумаринові одиниці

Аналіз динаміки фітотоксичності ґрунту за різних систем удобрення під час вирощування пшениці озимої засвідчує нам значні відмінності в показниках ґрунтової токсичності порівняно зі значеннями ризосфери ґрунту. Загальна ґрунтова фітотоксичність була вищою порівняно з ризосферною на усіх етапах росту та розвитку пшениці озимої.

Активізація ґрунтових процесів викликана внесенням мінеральних добрив сприяла зростанню фітотоксичності з 8,78 УКО у фазу початку виходу в трубку у 1,49 рази в фазу колосіння та у 1,62 рази в фазу молочно-воскової стиглості.

Загалом же застосування екологічної та біологічної систем удобрення пшениці озимої теж викликало активізацію мікробіологічних процесів та відповідно збільшення фітотоксичної активності ґрунту в середині вегетації культури – у фазу колосіння. Однак, у фазу молочно-воскової стиглості показники токсичності в умовних кумаринових одиницях знижувались до 8,56 та 4,39, що є свідченням

активного розкладання решток бобових культур та власне зменшення фітотоксичності викликаного цим типом удобрення.

Якщо аналізувати загалом ефективність систем удобрення, то за застосування біологічної системи нами були отримані мінімальні значення фітотоксичності ґрунту. Причому по мірі розкладу органічних решток та засвоєння вермикомпосту наприкінці вегетації культури показники фітотоксичності були на рівні 4,39-3,65 УКО, тобто найменші в досліді.

Показники зміни фітотоксичності ґрунту за різних систем удобрення в агрофітоценозах буряків цукрових представлено в таблиці 4.

Вивчення алелопатичних взаємодій та встановлення, як підсумок, фітотоксичності ґрунту за різних систем удобрення в агрофітоценозах буряків цукрових важливо проводити більш диференційовано ніж інші культури – розрізняючи шари ґрунту 0-10 та 10-30 см. Адже буряки цукрові мають кореневу систему, що складається з

Сківка Л. М., Гудзь С. О.

головного кореня та великої кількості бічних корінців. Відповідно основна маса бічних корінців починаючи з фази змикання міжрядь знаходиться в шарі ґрунту 10-40 см, в той час як в шарі ґрунту 0-1, см їх доволі мало. А

тому визначення усередненого зразка без диференціації на шари не дозволить встановити основні аспекти зміни фітотоксичності ґрунту.

4. Динаміка фітотоксичності ґрунту за різних систем удобрення в агрофітоценозах буряків цукрових, УКО*, 2016-2019 рр.

Система удобрення	Шар ґрунту, см	Етап вегетації культури		
		2-4 листочки	змикання рядків	технічна стиглість
ґрунт				
Промислова (контроль)	0-10	15,42	17,71	19,45
	10-30	14,13	17,24	17,76
Екологічна	0-10	20,51	13,42	17,68
	10-30	16,92	11,24	18,45
Біологічна	0-10	31,21	16,52	9,98
	10-30	14,43	9,39	4,50
ризосфера				
Промислова (контроль)		11,98	12,83	15,68
Екологічна		20,31	12,80	9,69
Біологічна		20,02	6,44	6,79

*УКО – умовні кумаринові одиниці

Дослідження особливостей прояву фітотоксичності ґрунту під впливом застосування різних систем удобрення за вирощуванні буряків цукрових дозволяє стверджувати, що в шарі ґрунту 0-10 см впродовж основних етапів росту та розвитку буряків акумулюється більше алелопатично активних речовин, що спричиняє значне навантаження на рослини, особливо за умови вимивання їх в більш глибокі шари ґрунту з опадами.

Встановлено, що вміст токсинів у ґрунті зазнає постійних змін і наприкінці вегетації алелопатична активність витяжки за промислової системи удобрення максимальна

порівняно з іншими варіантами підживлення рослин.

За застосування екологічної системи удобрення (пожнивні рештки пшениці (8-10 т/га) + N₉₀P₆₀K₉₀) та особливо біологічної (пожнивні рештки пшениці (8-10 т/га) + Біогумус (вермикомпост) «ЕКОЧУДО» 1000 кг/га) показники фітотоксичної активності ґрунту в фазу 2-4 листочків у буряків цукрових були найбільш високими. А от під час подальшої вегетації значення знизилися на 34-47 %.

Зростання фітотоксичності нижніх шарів ґрунту на час технічної стиглості буряків на нашу думку пов'язане не з активізацією мікробіологічних процесів на час

Сківка Л. М., Гудзь С. О.

пізньої осені, а з тим, що відбувається часткове вимивання токсичних сполук з поверхневого шару ґрунту [1].

Дослідження динаміки фітотоксичності ґрунту за різних систем удобрення під час вирощування кукурудзи на зерно наведено в таблиці 5.

5. Динаміка фітотоксичності ґрунту за різних систем удобрення під час вирощування кукурудзи на зерно, УКО*, 2016-2019 рр.

Системи удобрення	Етап вегетації культури					
	5-7 листків		викидання волоті		молочно-воскова стиглість	
	ґрунт	ризосфера	ґрунт	ризосфера	ґрунт	ризосфера
Промислова (контроль)	15,73	12,79	16,34	12,93	17,89	14,36
Екологічна	23,10	12,05	16,20	12,20	14,35	10,25
Біологічна	27,84	19,87	10,05	7,84	9,25	8,79

*УКО – умовні кумаринові одиниці.

Застосування значних кількостей органічних добрив у комбінації з поживними рештками та мінеральним удобренням сприяло отриманню істотних показників фітотоксичності ґрунту на екологічній та біологічній системі удобрення кукурудзи – 23,10 УКО та 27,84 УКО, по аналогії з цукровими буряками. І це не дивно, адже кукурудза серед усіх досліджуваних культур короткоротаційних сівозмін перебуває на другому місці після цукрових буряків за інтенсивністю удобрення.

Аналогічно іншим культурам сівозміни мінімальні значення фітотоксичності ґрунту спостерігались в ризосферній зоні ґрунту не залежно від фази росту та розвитку культури, якщо порівнювати ці показники з фітотоксичністю шару ґрунту.

Загалом же встановлено, що за застосування мінеральної системи удобрення фітотоксичність ґрунту зростала і на час молочно-воскової стиглості кукурудзи вона була на рівні 17,89 УКО, у той час як у фазу 5-7 листків лише 15,37 УКО.

За застосування екологічної системи удобрення (поживні рештки буряків цукрових (30-40 т/га) + N₁₅P₃₀K₃₀) фітотоксичність ґрунту впродовж вегетації зменшилась на 37,9 %. В той же час максимальне зменшення відбулось на 66,8 % за біологічної системи удобрення (поживні рештки буряків цукрових (30-40 т/га) + Біогумус (вермикомпост) «ЕКОЧУДО» 750 кг/га). Причому за біологічної системи удобрення спостерігалось швидке зниження фітотоксичності уже в фазу викидання волоті, що пояснюється тим що гичка цукрових буряків доволі легко розкладається

Сківка Л. М., Гудзь С. О.

мікробіотою ґрунту порівняно навіть з соломою злакових чи бобових культур.

Висновки і перспективи.

Визначено, що вміст токсинів у ґрунті зазнає постійних змін і наприкінці вегетації алелопатична активність ґрунту за промислової системи удобрення максимальна порівняно з іншими варіантами підживлення рослин.

Список використаних джерел

1. Бардина Т. В., Чугунова М. В., Бардина В. И. Изучение экотоксичности урбаноземов методами биотестирования. *Живые и биокосные системы*. 2013. № 5; URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-5/article-8>.

2. Бешлей З. М., Бешлей С. В., Баранов В. І., Терек О. І. Використання рослинних тест-систем для оцінки токсичності техногенно забруднених субстратів. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія: Біологія*. 2014, Вип. 1 (31). С. 97–102.

3. Губачов О. І. Особливості використання рослин для біотестування ґрунтів з метою визначення рівня екологічної безпеки промислових територій. *Наук. вісн. КУЕІТУ. Нові технології*. 2010. № 3 (29). С. 164–171.

4. Джура Н. М., Романюк О. І., Гонсьор Ян, Цвілінюк О. М., Терек О. І. Використання рослин для рекультивації ґрунтів, забруднених нафтою і нафтопродуктами. *Екологія та ноосферологія*. 2006. Т. 17, Вип. 1–2. С. 55–60.

5. Еремченко О. З., Москвина Н. В., Шестаков И. Е., Швецов А. А. Использование тест-культур для оценки экологического состояния городских почв. *Вестник ТГУ*. 2014. Т.19, Вып.5. С. 1280–1284.

6. Горова А. І., Риженко С. А., Скворцова Т. В. Обстеження та районування території за ступенем впливу

Водночас у ризосферній зоні ґрунту спостережено мінімальні значення фітотоксичності в усіх досліджуваних нами культур.

Виходячи з проаналізованих нами даних фітотоксичності, умови ґрунтового середовища за біологічної системи землеробства виявились найбільш сприятливими для розвитку наступних сільськогосподарських культур: соя, пшениця, цукрові буряки, кукурудза.

антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів: методичні рекомендації. К.: 2007. 36 с.

7. Седельникова Л. Л., Ларичкина Н. И., Седельникова А. А. Использование метода биотестирования экологического состояния в городской среде. *Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия»*. 2014. Том 27 (66), №5. С. 154–159.

8. Стаднічук О. Біоіндикаційне оцінювання токсичності ґрунтів у зоні впливу військової діяльності. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія: Хімічні науки*. 2013. Т. 24 (273). С. 37–42.

9. Чекмарева О. В., Бондаренко Е. В. Оценка роли автодорожного комплекса в формировании атмосферного воздуха: Методические указания к практическим занятиям. Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. 43 с.

10. Іутинська Г. О. Ґрунтова мікробіологія. Навчальний посібник. К.: Арістей, 2006. 284 с.

11. Титова В. И., Козлов А. В. Методы оценки функционирования микробценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества: Научно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородская с.-х. академия, 2012. 64 с.

References

1. Bardina T.V., Chugunova M. V., Bardina V. I. (2013). Izuchenie ehkotosichnosti urbanozemov metodami

Сківка Л. М., Гудзь С. О.

biotestirovaniya. [Study of the ecotoxicity of urban soils by biotesting methods]. Living and bioinert systems. 5. URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-5/article-8>

2. Beshlej Z. M., Beshlej S. V., Baranov V. I., Terek O. I. (2014). Vikoristannya roslinnych test-sistem dlya ocinki toksichnosti tekhnogenno zabrudnenih substrativ. [Use of plant test systems to assess the toxicity of man-made contaminated substrates.] Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Series: Biology. 1(31). 97–102.

3. Gubachov O. I. (2010). Osoblivosti vikoristannya roslin dlya biotestuvannya rruntiv z metoyu viznachennya rivnya ekologichnoi bezpeki promislovih teritorij. [Features of the use of plants for soil biotesting to determine the level of environmental safety of industrial areas]. Science. spring KUEITU. New technology. 3 (29). 164–171.

4. Dzhura N. M., Romanyuk O. I., Gons'or YAn, Cvilinyuk O. M., Terek O. I. (2006). Vikoristannya roslin dlya rekul'tivacii rruntiv, zabrudnenih naftoyu i naftoproduktami. [Use of plants for reclamation of soils contaminated with oil and oil products]. Ecology and noospherology. 17, 1-2. 55–60.

5. Eremchenko O. Z., Moskvina N. V., Shestakov I. E., Shvecov A. A. (2014). Ispol'zovanie test-kul'tur dlya ochenki ehkologicheskogo sostoyaniya gorodskih pochv. [The use of test crops to assess the ecological state of urban soils]. TSU Bulletin. 19, 5. 1280–1284.

6. Gorova A. I., Rizhenko S. A., Skvorcova T. V. (2007). Obstezhennya ta rajonuvannya teritorii za stupenem vplivu antropogennih chinnikov na stan ob'ektiv dovkillya z vikoristannyam citogenetichnih metodiv : metodichni rekomendacii. [Survey and zoning of the territory according to the

degree of influence of anthropogenic factors on the state of environmental objects using cytogenetic methods: guidelines]. K.

7. Sedel'nikova L. L., Larichkina N. I., Sedel'nikova A. (2014). Ispol'zovanie metoda biotestirovaniya ehkologicheskogo sostoyaniya v gorodskoj srede. [Using the method of biotesting the ecological state in the urban environment]. Scientific notes of the Tavrichesky National University named after V.I. Vernadsky. Series "Biology, Chemistry". 27 (66). №5. 154–159.

8. Stadnichuk O. (2013). Bioindikacijne ocinyuvannya toksichnosti rruntiv u zoni vplivu vijs'kovoï diyal'nosti. [Bioindication assessment of soil toxicity in the area of influence of military activity]. Scientific Bulletin of the Lesia Ukrainka East European National University. Series: Chemical Sciences. 24 (273). 37-42.

9. Chekmareva O. V., Bondarenko E. V. (2004). Ocenka roli avtodorozhnogo kompleksa v formirovanii atmosferного vozduha: Metodicheskie ukazaniya k prakticheskim zanyatiyam. [Assessment of the role of the road complex in the formation of atmospheric air: Methodological guidelines for practical training]. Orenburg: GOU OGU.

10. Iutynska H. O. (2006). Gruntova mikrobiologhiia. Navchalnyi posibnyk [Soil Microbiology: Textbook]. K.: Aristej.

11. Tytova V.Y., Kozlov A.V. (2012). Metody ochenki funkcionirovaniya mikrobocenoza pochvy, uchastvujushhego v transformacii organicheskogo veshhestva: Nauchno-metodicheskoe posobie. [Methods for assessing the functioning of the soil microbiocenosis involved in the transformation of organic matter: Scientific and methodological manual]. Nizhny Novgorod, Russian.

DYNAMICS OF PHYTOTOXICITY OF SOIL UNDER DIFFERENT FERTILIZER SYSTEMS

L. Skivka, S. Hudz

Abstract. Soil microorganisms, root system of plants, organic residues and fertilizers contribute to the release of physiologically active substances and their accumulation in the root part of the soil. Accordingly, soil phytotoxicity affects the growth and development of agricultural plants. Therefore, the aim of the work was to

Сківка Л. М., Гудзь С. О.

evaluate the phytotoxic properties of the soil under different fertilization systems for winter wheat, soybeans, corn and sugar beets. Analysis of soil phytotoxicity was performed according to the method of A.M. Grodzinsky. At the beginning of the soybean growing season, the greatest phytotoxic activity was observed on the biological fertilizer system, which involved the use of corn residues (8-12 t/ha) + Biohumus "ECOCHUDO" 200 kg/ha, which is most likely caused by slow soil neutralization. microbiota of allelopathic secretions of cereals. It was established that the application of ecological and biological fertilization systems for winter wheat yielded minimal values of soil phytotoxicity and at the end of the growing season was 4.39-3.65 UCO, the lowest in the experiment. Under the ecological system of fertilizer (crop residues of wheat (8-10 t/ha) + N₉₀P₆₀K₉₀) and especially biological (crop residues of wheat (8-10 t/ha) + Biohumus "ECOCHUDO" 1000 kg/ha) indicators of phytotoxic activity soil in the phase of 2-4 leaves in sugar beets were the highest, but during the subsequent growing season the values decreased by 34-47%. Due to the application of the ecological system of corn fertilization (crop residues of sugar beets (30-40 t/ha) + N₁₅P₃₀K₃₀) the phytotoxicity of the soil during the growing season decreased by 37.9%. At the same time, the maximum reduction occurred by 66.8% in the biological system of fertilizers (crop residues of sugar beets (30-40 t/ha) + Biohumus "ECOCHUDO" 750 kg/ha). Accordingly, the conditions of the soil environment under the biological system of agriculture were the most favorable for development: soybeans, wheat, sugar beets, corn.

Key words: soil microbiota, fertilizer systems, phytotoxic microorganisms, short-rotation crop rotation

ОЦІНЮВАННЯ ЗАПАСІВ ГРУБОГО ДЕРЕВНОГО ДЕТРИТУ У ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «СЛОБОЖАНСЬКИЙ»

О.І. ФУРДИЧКО, академік НААН, доктор економічних наук,
доктор сільськогосподарських наук, професор

О. Ю. ЧОРНОБРОВ, науковий співробітник

І. В. СОЛОМАХА, кандидат біологічних наук, завідувач лабораторії

І. Я. ТИМОЧКО, кандидат сільськогосподарських наук, докторант

Інститут агроекології і природокористування НААН

О. В. БЕЗРОДНОВА, кандидат біологічних наук, доцент

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

E-mail: agroecologynaan@gmail.com; oleksandr.chornobrov@ukr.net;

i_solo@ukr.net; i.tymochko@gmail.com; o.bezrodnova@karazin.ua

<https://doi.org/10.31548/dopovid2021.01.003>

Анотація. Відмерла деревина є важливим компонентом лісових екосистем. До грубого деревного детриту належать сухостійні та повалені відмерлі дерева, фрагменти повалених дерев (стовбурів), грубі гілки (фрагменти гілок), пні та грубе коріння дерев. Мертва деревина виконує низку природоохоронних та екологічних функцій. Вона є субстратом та середовищем існування для живих організмів, зокрема низки видів мохів, лишайників, грибів, безхребетних, а також птахів та ссавців. Деревний детрит відіграє важливу роль у біологічному кругообігу речовин та енергії, депонуванні вуглецю, є джерелом поживних речовин. Отже, дослідження кількісних та якісних показників мертвої деревини, зокрема на територіях природно-заповідного фонду – актуальна проблема сьогодення.

Метою роботи є оцінювання виявлених лісовпорядкуванням запасів мертвої деревини у лісових екосистемах НПП «Слобожанський» за компонентами, а також аналіз особливостей розподілу її запасів у насадженнях переважających порід і типів лісу.

Оцінювання запасів грубого деревного детриту проведено за даними матеріалів лісовпорядкування лісового фонду територій національного природного парку «Слобожанський», проведеного Українським державним проектним лісовпорядним виробничим об'єднанням «Укрдержліспроект». Проаналізовано дані 493 таксаційних виділів у насадженнях дев'яти деревних порід. Вивчали запас таких фракцій грубого деревного детриту: сухостійна мертва деревина (сухостій), лежача мертва деревина (деревна ламаць або захаращення). Аналіз даних було проведено за допомогою програмних засобів MS Excel 2016.

Встановлено, що загальна площа лісових насаджень, в яких під час лісовпорядкування було виявлено сухостій або захаращення (лежачу мертво

Фурдичко О. І., Чорнобров О. Ю., Соломаха І. В., Тимочко І. Я., Безроднова О. В.

деревину), становила 2149,8 га, або 47,5 % від загальної вкритої лісом площі НПП. Загальний запас грубого деревного детриту становив 19478 м³, понад 95 % якого зосереджено у насадженнях сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) (78,8 %) та дуба звичайного (*Quercus robur* L.) (16,6 %). У структурі запасу мертвої деревини переважав сухостій (62,1 %) порівняно з лежачою мертвою деревиною (37,9 %). Запас мертвої деревини становив 5–50 м³·га⁻¹, та у середньому для всіх досліджуваних лісових екосистем, де її було виявлено, виявився рівним 9,1 м³·га⁻¹. Лише 63,3 га (2,9 %) досліджуваних лісових насаджень мають запас грубого деревного детриту 20 м³·га⁻¹ і більше, а у 955,4 га (44,4 %) – він не перевищує 5 м³·га⁻¹. Мертву деревину виявлено у лісових насадженнях, що зростають у 11 типах лісу, проте найбільше її за запасом зосереджено у свіжому дубово-сосновому суборі (9855 м³, 50,5 %), менше – у свіжому липово-дубово-сосновому сугруді (5678 м³, 29,2%) і свіжій кленово-липовій діброві (2836 м³, 14,6%). Близько половини (50,4 %) запасу грубого деревного детриту зосереджено у середньоповнотних деревостанах. Понад половина (56,8 %) запасу мертвої деревини виявлено у насадженнях I бонітету.

Отримані дані свідчать, що у цілому запаси мертвої деревини у лісових екосистемах НПП «Слобожанський» згідно з даними лісовпорядкування, є досить низькими у порівнянні з даними інших заповідних територій, де одним з пріоритетів є збереження природних комплексів та біорізноманіття, що може бути пов'язане з інтенсивністю ведення лісогосподарської діяльності на території національного природного парку до його створення.

Ключові слова: *грубий деревний детрит, екосистема, НПП «Слобожанський», мертва деревина, лісове насадження, сухостій, захаращення, мортмаса, середовище існування, біорізноманіття*

Актуальність. Відмерла деревина є важливим компонентом лісових екосистем. Вона виконує низку природоохоронних та екологічних функцій [1]. До грубого деревного детриту належать сухостійні дерева та відмерлі повалені дерева, фрагменти повалених дерев (стовбурів), грубі гілки (фрагменти гілок), пні та грубе коріння дерев [1; 2]. Мертва деревина є субстратом та середовищем існування для живих організмів, зокрема низки видів мохів, лишайників, грибів, безхребетних, а також птахів та ссавців [2–8]. За

даними вчених близько 25 % видів лісового біорізноманіття є залежними від мертвої деревини, що розкладається [9–11]. Для деяких видів деревний детрит є ключовим елементом життєдіяльності [12]. Тому мертва деревина є важливим показником біорізноманіття лісових екосистем [4; 10]. Повалені відмерлі дерева та пеньки забезпечують сприятливі умови для природного поновлення деревних видів [13]. Мертва деревина відіграє важливу роль у біологічному кругообігу речовин та енергії та депонуванні вуглецю, є джерелом поживних

Фурдичко О. І., Чорнобров О. Ю., Соломаха І. В., Тимочко І. Я., Безроднова О. В.

речовин та може слугувати як суттєвий запас вологи, особливо протягом посушливих періодів [2; 5].

Нині запас мертвої деревини являється одним з основних пан'європейських індикаторів ведення лісового господарства на засадах збалансованого розвитку. Віднедавна і в Україні мертва деревина є одним з критеріїв, за якими визначається належність лісових територій до пралісів, квазіпралісів та природних лісів. Тому дослідження кількісних та якісних показників мертвої деревини – актуальна проблема сьогодення.

Особливо важливим є дослідження мертвої деревини у природних екосистемах територій та об'єктів природно-заповідного фонду, що створюються з метою охорони, збереження та відтворення природних комплексів та об'єктів. До важливих заповідних територій Лівобережного Лісостепу України належить національний природний парк «Слобожанський», який створено відповідно до Указу Президента України від 11 грудня 2009 року № 1047/2009. Його загальна площа становить 5244 га. Він розташований у північно-західній частині Харківської області (Краснокутський район). До складу НПП увійшли частини Володимирівського, Пархомівського та Краснокутського лісництв державного підприємства «Гутянське лісове господарство» [14].

НПП «Слобожанський» – один з природних ядер Слобожансько-Галицького екологічного коридору відповідно до програми екологічної мережі України [14]. НПП «Слобожанський» входить до переліку територій, що є важливими для збереження фіторізноманіття не тільки в Україні, але й у Європі (Important Plant Areas of Ukraine – Bir na Merli) [15].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженням мертвої деревини у лісах України займалося багато вчених. У сучасній вітчизняній науковій літературі окремі автори, зокрема А. Білоус [16] розглядають мертву деревину, як складову мортмаси лісів – органічної речовини мертвих деревних рослин, їхніх фрагментів та окремих мертвих компонентів живих рослин. Дослідники А. Швиденко та ін. вважають, що поняття «мортмаса» інтегрально представляє всі компоненти органічної речовини відмерлих рослин лісового насадження [5].

Низка наукових праць присвячена вивченням мортмаси лісів Полісся України у контексті біопродуктивності лісів та депонування вуглецю. Так, зокрема, досліджувався запас сухостою та захаращення м'яколистяних лісів [17], мортмаса поваленої мертвої деревини березняків [18], депонований вуглець та енергія у деревному детриті вільхових

Фурдичко О. І., Чорнобров О. Ю., Соломаха І. В., Тимочко І. Я., Безроднова О. В.

лісостанів [19], депонований вуглець у грубому деревному детриті дубових лісів України [20].

Інші автори досліджували мертву деревину у контексті забезпечення середовищ існування (субстрату) для живих організмів у лісових екосистемах. Так, зокрема, А. Савицька показала важливість мертвої деревини, як субстрату для розвитку мохоподібних у ялинових і ялиново-букових лісах Передкарпаття і Горган [7]. Чумак М. встановив, що видове багатство та динамічна щільність сапроксилобіонтних твердокрилик прямо корелюють з об'ємами мертвої деревини в буковому пралісі Карпатського біосферного заповідника [8].

Дослідженнями деревного детриту в лісах Лівобережного Лісостепу України займалися В. Пастернак, В. Яроцький, В. Назаренко, А. Гармаш, М. Букша, Т. Пивовар. За даними В. Ю. Яроцького та ін. [21], які досліджували структуру соснових лісів Лівобережного Лісостепу України, середній запас мертвої деревини в них становить $11,7 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, запас сухостою – $7,2 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, деревної ламані – $6,5 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Авторами також встановлено, що зі збільшенням трофності лісорослинних умов збільшується запас відмерлої деревини.

У роботі, що присвячена оцінюванню запасів та динаміки

вуглецю у лісах Північного Сходу України, проаналізовано, зокрема дані щодо мертвої деревини у лісостанах Харківської та Сумської обл. Автори встановили, що у структурі мортмаси лісових екосистем зазначеного регіону переважає відмерла деревина дуба звичайного, представлена переважно II–III стадіями розкладання, натомість мертва деревина інших лісотвірних порід має значно меншу частку [22].

Зокрема, у дубових лісостанах Лівобережного Лісостепу України середній запас мертвої деревини становить $36,0 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ ($1,5$ – $105,3 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$), середній запас сухостою – $15,2 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, а поваленої мертвої деревини – $21,5 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Частка грубого деревного детриту від запасу ростучого деревостану становила у середньому $11,7 \%$ [23].

Науковці, які досліджували типологічну структури лісів Володимирівського природоохоронного науково-дослідного відділення НПП «Слобожанський», зазначили, що на більшості досліджуваних ними лісових ділянках запас мертвої деревини не перевищував $30 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, або 8% від запасу деревостану [24].

З аналізу останніх публікацій і досліджень встановлено, що кількісні та якісні показники мертвої деревини лісових екосистем НПП «Слобожанський» вивчені недостатньо, а наукова проблема дослідження взаємозв'язку грубого

Фурдичко О. І., Чорнобров О. Ю., Соломаха І. В., Тимочко І. Я., Безроднова О. В.

деревного детриту з біорізноманіттям – комплексно не вирішена.

Метою дослідження є оцінювання виявлених лісовпорядкуванням запасів мертвої деревини у лісових екосистемах НПП «Слобожанський» за компонентами, а також аналіз особливостей розподілу її запасів у насадженнях переважаючих порід і типів лісу.

Матеріали і методи дослідження. За фізико-географічним районуванням територія НПП «Слобожанський» належить до Східнополтавської височинної області Лівобережно-Дніпровського лісостепового краю Лісостепової недостатньо зволоженої теплої зони. За геоботанічним районуванням парк розташований на крайній східній межі Полтавського округу липово-дубових, соснових, дубово-соснових лісів, остепнених луків, лучних степів та евтрофних боліт, на крайній східній межі Української степової підпровінції, що належить до Східноєвропейської лісостепової провінції дубових лісів, остепнених луків та лучних степів, у межах Лісостепової підобласті (зони) та Євразійської степової області [25; 14].

Клімат території НПП відноситься до типу помірно-континентального. За рік у середньому випадає 498–568 мм опадів. Близько 65 % (341 мм) загальної кількості опадів спостерігається у теплий період року

(квітень–жовтень). У холодний період року у середньому випадає 184 мм опадів (35 %). Установлення снігового покриву на території НПП відбувається у кінці листопада – на початку грудня. Максимальне снігонакопичення настає наприкінці лютого і висота снігового покриву сягає 14–18 см. Стійкий сніговий покрив утримується близько 65–80 днів. Територія НПП «Слобожанський» характеризується нестійкими вітрами по напрямку і швидкості, проте все ж переважають вітри південно-східного, південно-західного та північно-західного напрямків [14].

Основними лісотвірними породами НПП «Слобожанський» є сосна звичайна і дуб звичайний. Соснові ліси займають близько 60 % площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок та зосереджені в лівобережній частині парку на території Володимирівського природоохоронного науково-дослідного відділення. На правому березі р. Мерла (Пархомівське природоохоронне науково-дослідне відділення) зростають здебільшого дубові лісостани. У цілому вони займають близько 31 % вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок [14].

За лісотипологічним районуванням територія НПП «Слобожанський» належить до Слобожанського району області свіжого грудю [26]. Переважаючими

Фурдичко О. І., Чорнобров О. Ю., Соломаха І. В., Тимочко І. Я., Безроднова О. В.

типами лісу є свіжий дубово-сосновий субір (38 %), свіжа кленово-липова діброва (31 %) та свіжий липово-дубово-сосновий сугруд (16 %) [14].

Для оцінювання запасу грубого деревного детриту було використано таксаційні описи лісових ділянок ДП «Гутянське лісове господарство», що увійшли до складу НПП «Слобожанський», в електронному вигляді, матеріалів лісовпорядкування 2010 р., проведеного українським державним проектним лісовпорядним виробничим об'єднанням «Укрдержліспроект» (Харківська державна лісовпорядна експедиція). З використанням зазначених матеріалів було сформовано повидільну базу даних лісівничо-таксаційних показників лісових ділянок. З-поміж них для аналізу було відібрано лише ті, на яких під час лісовпорядкування була виявлена мертва деревина (сухостій або захаращення). Як правило, до сухостою відносять стоячі мертві дерева, до захаращення – повалені відмерлі дерева. Загалом для аналізу було відібрано 493 таксаційних виділів у насадженнях дев'яти деревних порід: сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) – 419, дуба звичайного (*Quercus robur* L.) – 56, берези повислої (*Betula pendula* Roth.) – 7, осики (*Populus tremula* L.) – 6, інших порід, а саме: вільхи чорної (*Alnus glutinosa* (L.) Gaerth), ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.),

липи дрібнолистої (*Tilia cordata* Mill.), ялини звичайної (*Picea abies* (L.) H.Karst.), тополі канадської (*Populus canadensis* Aiton) – по 1 виділу.

Дослідження запасу грубого деревного детриту проводили з використанням елементів методики А.М. Білоуса [16]. Вивчали запас таких фракцій грубого деревного детриту: сухостійна мертва деревина (сухостій), лежача мертва деревина (деревна ламань або захаращення). Аналіз даних було проведено за допомогою програмних засобів MS Excel 2016. При аналізі також було використано матеріали Проекту організації території національного природного парку «Слобожанський», охорони, відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів і об'єктів [14].

Результати дослідження та їх обговорення. Згідно з даними лісовпорядкування 2010 р. загальна площа вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок НПП «Слобожанський» становила 4521,5 га. Загальна площа лісових насаджень, в яких під час лісовпорядкування було виявлено сухостій або захаращення, становила 2149,8 га, або 47,5 % від загальної вкритої лісом площі НПП. Мертву деревину була виявлена у лісостанах сосни звичайної (1703,5 га), дуба звичайного (384,7 га), берези повислої (29,3 га), осики (13,5 га), вільхи чорної (7,4 га), ясена звичайного (5,7

Фурдичко О. І., Чернобров О. Ю., Соломаха І. В., Тимочко І. Я., Безроднова О. В.

га), липи дрібнолистої (5,1 га), ялини звичайної (0,4 га), тополі канадської (0,2 га).

Загальний запас грубого деревного детриту у лісах, де було його виявлено, становив 19478 м³. У структурі запасу мертвої деревини

переважав сухостій (12102 м³, 62,1 %) порівняно з лежачою мертвою деревиною (7376 м³, 37,9 %). Середній запас грубого деревного детриту у досліджуваних лісових екосистемах, де його було виявлено, становив 9,1 м³·га⁻¹ (табл. 1).

1. Запаси грубого деревного детриту у лісових насадженнях НПП «Слобожанський»

№ пп	Переважаюча деревна порода	Площа насаджень, га	Запас грубого деревного детриту, м ³		
			сухостій	повалена мертва деревина	разом
1	Береза повисла	29,3	508	79	587
2	Вільха чорна	7,4	37	0	37
3	Дуб звичайний	384,7	1469	1755	3224
4	Липа дрібнолиста	5,1	0	26	26
5	Осика	13,5	128	83	211
6	Сосна звичайна	1703,5	9952	5403	15355
7	Тополя канадська	0,2	0	1	1
8	Ясен звичайний	5,7	0	29	29
9	Ялина звичайна	0,4	8	0	8
Всього		2149,8	12102	7376	19478

У досліджуваних екосистемах лісовпорядкуванням виявлено 12102 м³ сухоостою на площі 1618,0 га, а на площі 1319,9 га зосереджено 7376 м³ захаращення. Отже, у лісових насадженнях, на яких лісовпорядкуванням проведено облік сухоостою та поваленої мертвої деревини, середній запас зазначених компонентів становить 7,5 м³·га⁻¹ і 5,6 м³·га⁻¹, відповідно.

Основну частину запасу грубого деревного детриту (95,4%) виявлено у насадженнях сосни звичайної та дуба звичайного.

Серед природоохоронних науково-дослідних відділень НПП

«Слобожанський» основні запаси мертвої деревини зосереджено у лісах Володимирівського ПНДВ (85,3 %), значно менші – Пархомівського ПНДВ (14,7 %).

У цілому запас мертвої деревини у досліджуваних лісових насадженнях становив 5–50 м³·га⁻¹, сухостійної деревини – 0–50 м³·га⁻¹, поваленої відмерлої деревини – 0–20 м³·га⁻¹. Лише 63,3 га (2,9 %) досліджуваних лісових насаджень мають запас грубого деревного детриту 20 м³·га⁻¹ і більше, а у 955,4 га (44,4 %) насаджень цей запас не перевищує 5 м³·га⁻¹. Площа лісів, де було виявлено лише сухостій,

Фурдичко О. І., Чорнобров О. Ю., Соломаха І. В., Тимочко І. Я., Безроднова О. В.

становить 829,9 га (38,6 %), лише лежачу мертву деревину – 531,8 га (24,7 %), обидві фракції – 788,1 га (36,7 %).

Серед ділянок трофотопів, де був виявлений грубий деревний детрит, найбільше мертвої деревини

зосереджено у суборах (10540 м³, 54,11 %), значно менше – у сугрудах (5958 м³, 30,59 %) та у дібровах (2857 м³, 14,67 %), а у борах виявлені запаси мертвої деревини є незначними (123 м³, 0,63 %) (табл. 2).

2. Розподіл запасів грубого деревного детриту (м³) у лісових насадженнях НПП «Слобожанський», де виявлена мертва деревина, за трофотопами та гіротопами

Гіротопи	Трофотопи				Разом
	A	B	C	D	
0					
1	28	646		21	695
2	95	9855	5678	2836	18464
3		33	231		264
4		6	49		55
Разом	123	10540	5958	2857	19478

Виявлені запаси грубого деревного детриту зосереджені переважно у свіжих умовах місцезростання (18464 м³, 94,80 %).

Мертву деревину виявлено у лісових насадженнях, що зростають у 11 типах лісу, проте найбільше її за запасом зосереджено у свіжих дубово-соснових суборах (9855 м³, 50,5 %), дещо менше – у свіжих липово-дубово-соснових сугрудах (5678 м³, 29,2 %) і свіжих кленово-липових дібровах (2836 м³, 14,6 %), а в інших типах лісу її частка є незначною (табл. 3).

Найбільше насаджень, де виявлено мертву деревину, зростають у свіжих дубово-соснових суборах (1130,4 га, 52,6 %) та свіжих липово-

дубово-соснових сугрудах (539,2 га, 25,1 %).

Середній запас грубого деревного детриту по типах лісу становить від 5,0 м³·га⁻¹ (сирий чорновільховий сугруд) до 10,5 м³·га⁻¹ (свіжий липово-дубово-сосновий сугруд).

Близько половини (50,4 %) запасу грубого деревного детриту зосереджено у середньоповнотних деревостанах (0,6–0,7), дещо менше (41,5 %) – у високоповнотних (0,8–1,0), і значно менше (8,1 %) – у низькоповнотних (0,4–0,5).

Понад половина (56,8 %) запасу мертвої деревини зосереджена у насадженнях I бонітету, значно менше у лісах II (23,7 %) та I^a (18,2 %) бонітетів, найменше – III і IV (1,3 %).

3. Розподіл площ лісових насаджень НПП «Слобожанський», де виявлена мертва деревина, і її запасів за типами лісу

№ пп	Назви типів лісу	Індекси типів лісу	Площа насаджень, га	Запас мертвої деревини, м ³
1	Сухий сосновий бір	A ₁ -С	2,7	28
2	Свіжий сосновий бір	A ₂ -С	17,8	95
3	Сухий дубово-сосновий суббір	B ₁ -дС	86,5	646
4	Свіжий дубово-сосновий суббір	B ₂ -дС	1130,4	9855
5	Вологий дубово-сосновий суббір	B ₃ -дС	4,7	33
6	Сирий дубово-сосновий суббір	B ₄ -дС	1,1	6
7	Свіжий липово-дубово-сосновий сугруд	C ₂ -л-дС	539,2	5678
8	Вологий липово-дубово-сосновий сугруд	C ₃ -л-дС	31,7	231
9	Сирий чорновільховий сугруд	C ₄ -Влч	9,8	49
10	Суха кленово-липова діброва	D ₁ -к-лД	2,1	21
11	Свіжа кленово-липова діброва	D ₂ -к-лД	323,8	2836
Разом		–	2149,8	19478

У лісових культурах зосереджено 15199 м³ (78,0 %) загального виявленого запасу мертвої деревини, у лісах природного походження – 4279 м³ (22,0 %).

У лісостанах сосни звичайної грубий деревний детрит виявлено на площі 1703,5 га запасом 15355 м³, що становить 78,8 % від загального запасу мертвої деревини у досліджуваних лісах НПП «Слобожанський». Серед деревного детриту виявлено 9952 м³ сухостою (64,8 %) і 5403 м³ поваленої мертвої деревини (35,2 %). Запас мертвої деревини у сосняках становив 5–50 м³·га⁻¹, в середньому – 9,0 м³·га⁻¹. Переважна більшість лісів зазначеної деревної породи (1394,4 га, 81,9 %) має запас грубого деревного детриту, що не перевищує 10 м³·га⁻¹.

У лісостанах дуба звичайного грубий деревний детрит виявлено на площі 384,7 га загальним запасом 3224 м³, що становить 16,6 % від загального запасу мертвої деревини у досліджуваних лісах НПП «Слобожанський». Структура запасу деревного детриту виявилась такою: сухостій – 1469 м³ (45,6 %), повалена відмерла деревина – 1755 м³ (54,4 %). Запас мертвої деревини у лісостанах становив 5–20 м³·га⁻¹, в середньому – 8,4 м³·га⁻¹. Переважна більшість дубових лісів (290,6 га, 75,5 %) має запас грубого деревного детриту, що не перевищує 10 м³·га⁻¹.

У насадженнях берези повислої грубий деревний детрит виявлено на площі 29,3 га загальним запасом 587 м³, у т.ч. 508 м³ сухостою (86,5 %) і 79 м³ поваленої мертвої деревини (13,5 %). Запас мертвої деревини у

Фурдичко О. І., Чорнобров О. Ю., Соломаха І. В., Тимочко І. Я., Безроднова О. В.

березняках становив 5–35 м³·га⁻¹, в середньому – 20,0 м³·га⁻¹. Близько половини березових лісів (15,1 га, 51,6 %) має запас грубого деревного детриту понад 30 м³·га⁻¹.

Одержані нами результати було порівняно з даними інших дослідників грубого деревного детриту у лісових екосистемах України.

Згідно з даними звіту «Стан лісів Європи» (2015) [27] середній запас мертвої деревини у лісах України оцінено у 6,0 м³·га⁻¹ (сухостій – 3,7 м³·га⁻¹, лежача мертва деревина – 2,3 м³·га⁻¹).

Пастернак В.П. та ін. встановили, що середній запас мертвої деревини у лісах Північного Сходу України становить 10,4 м³·га⁻¹ (0–84,9 м³·га⁻¹), причому найбільші значення були відмічені на територіях, що мають заповідний статус [22]. За даними В.Ю. Яроцького та ін. середній запас відмерлої деревини у соснових лісах Лівобережного Лісостепу України становить 11,7 м³·га⁻¹ [21]. Отримані нами дані щодо запасів мертвої деревини у лісах НПП «Слобожанський» в цілому узгоджуються з результатами зазначених досліджень.

Однак, за даними іншої наукової публікації у дубових лісостанах Лівобережного Лісостепу України середній запас мертвої деревини становить 36,7 м³·га⁻¹, що значно перевищує отримані нами дані

[23]. Можливими причинами значного перевищення може бути те, що автори використовували дані з моніторингових ділянок, зібраних протягом 2011–2014 р.р., натомість ми досліджували мертву деревину лише за даними лісовпорядкування 2010 р. Крім того, слід враховувати, що під час лісовпорядкування може виявлятися лише частина наявної на лісовій ділянці мертвої деревини.

Незважаючи на наявність окремих ділянок з запасом деревного детриту 20–50 м³·га⁻¹, у цілому запаси мертвої деревини у лісових екосистемах НПП «Слобожанський» згідно з даними лісовпорядкування, у цілому є досить низькими у порівнянні з даними інших заповідних територій, де пріоритетом є збереження біорізноманіття. Так, зокрема, у природних липово-ясенево-дубових лісах національного природного парку «Голосіївський» (м. Київ) запас мертвої деревини становить 94,2 м³·га⁻¹ [28]. У дубових лісах природного заповідника в Австрії середній запас грубого деревного детриту становив 107,3 м³·га⁻¹ [29]. У природних мішаних лісах за участю дуба звичайного, граба звичайного, липи дрібнолистої та ін. деревних порід Біловезького національного парку (Польща) запаси мертвої деревини становлять 87–160 м³·га⁻¹ [30].

Основними причинами порівно низького запасу мертвої деревини може бути вплив лісогосподарської

Фурдичко О. І., Чорнобров О. Ю., Соломаха І. В., Тимочко І. Я., Безроднова О. В.

діяльності, а саме проведення вибіркових санітарних рубок та ліквідації захаращеності, а також рубок догляду у лісах ДП «Гутянське ЛГ» у минулому на територіях сучасного національного природного парку. Саме ці заходи, що передбачають систематичне вилучення сухостійних, всихаючих, пошкоджених та повалених дерев, могли суттєво вплинути на запаси грубого деревного детриту. Разом з тим, слід враховувати, що отримані нами результати є лише попередніми, оскільки базуються лише на даних лісовпорядкування. Тому необхідним є проведення детальних польових досліджень запасів мертвої деревини у лісових екосистемах НПП «Слобожанський».

Враховуючи, що важливим аспектом охорони природних комплексів територій природно-заповідного фонду є збереження біорізноманіття, подальші природоохоронні заходи НПП «Слобожанський» повинні бути спрямовані на забезпечення достатніх запасів мертвої деревини.

Висновки і перспективи.

Загальна площа лісових насаджень НПП «Слобожанський», у яких під час лісовпорядкування було виявлено

Список використаних джерел

1. Фурдичко О.І. Агроекологія: моногр. Київ: Аграрна наука, 2014. 400 с.
2. Harmon M.E. et al. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in ecological Research*. 1986. No 15. P. 133–302. DOI:

мертву деревину, становила 2149,8 га (47,5 % від загальної вкритої лісом площі). Загальний запас грубого деревного детриту становив 19478 м³, основна його частина (95,4 %) зосереджена у насадженнях сосни звичайної та дуба звичайного. У структурі запасу мертвої деревини переважав сухостій (62,1 %) порівняно з лежачою мертвою деревиною (37,9 %). Середній запас грубого деревного детриту виявився рівним 9,1 м³·га⁻¹. Мертву деревину виявлено у лісових насадженнях, що зростають у 11 типах лісу. У цілому запаси мертвої деревини у лісових екосистемах НПП «Слобожанський» згідно з даними лісовпорядкування, є досить низькими у порівнянні з даними інших заповідних територій, де одним з пріоритетів є збереження природних комплексів та біорізноманіття, що може бути пов'язане з інтенсивністю ведення лісгосподарської діяльності на територіях національного природного парку до його створення. Подальші дослідження спрямовані на детальне вивчення кількісних та якісних показників мертвої деревини у природних лісах НПП «Слобожанський» та її ролі у збереженні біорізноманіття.

[https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(03\)34002-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(03)34002-4)

3. Ferris-Kaan R., Lonsdale D., Winter T. The conservation management of deadwood in forests. 1993. *Research Information Note No 241*. Research Division, Forestry Authority [Electronic source] URL:

Фурдичко О. І., Чорнобров О. Ю., Соломаха І. В., Тимочко І. Я., Безроднова О. В.

https://www.forestresearch.gov.uk/documents/4947/RIN_241.pdf

Р. 773–782.

DOI:

<https://doi.org/10.2307/3235614>

4. Humphrey J.W. et al. Deadwood as an indicator of biodiversity in European forests: from theory to operational guidance. *EFI-Proceedings*. 2004. Vol. 51. P. 193–206.

5. Швиденко А.З., Щепашенко Д.Г., Нильссон С. Оценка запасов древесного детрита в лесах России. *Лесная таксация и лесоустройство*. 2009. Вып. 1 (41). Сибирь: СГТУ, 2009. С. 133–147.

6. Stokland J.N., Siitonen J, Jonsson B.G. Biodiversity in dead wood. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. – 521 p. DOI: <https://doi.org/10.1017/SBO9781139025843>

7. Савицька А.Г. Відмерла деревина як субстрат для розвитку мохоподібних лісових угруповань. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. № 25(9). С. 172–177.

8. Чумак М. Сапроксилобійонтні твердокрили (Coleoptera, Insecta) і мертва деревина в буковому пралісі Угольського масиву Карпатського біосферного заповідника. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. Біологічні науки. 2016. № 12. С. 93–108. DOI: <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2016-337-12-93-98>

9. Stokland J.N., Tomter S.M., Soderberg U. Development of Dead Wood Indicators for Biodiversity Monitoring: Experiences from Scandinavia. *EFI-Proceedings*. 2004. Vol. 51. P. 207–228.

10. Schuck A. et al. Forest biodiversity indicator: dead wood – a proposed approach towards operationalising the MCPFE indicator. *EFI-Proceedings*. 2004. Vol. 51. P. 49–77.

11. Siitonen J. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletin*. 2001. Vol. 49. P. 11–42.

12. Jonsell M., Weslien J., Ehnstrom B. Substrate requirements of red-listed saproxylic invertebrates in Sweden. *Biodiversity and Conservation*. 1998. Vol. 7. P. 749–764. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008888319031>

13. Hofgaard, A. 50 years of change in a Swedish boreal old-growth *Picea abies* forest. *Journal of Vegetation Science*. 1993. No 4(6).

14. Проект організації території національного природного парку «Слобожанський», охорони, відтворення та рекреаційного використання його природних комплексів і об'єктів / Затверджено наказом Мінприроди України від 10.01.2018 № 4. Харків, 2015. 687 с.

15. Bezrodnova O.V., Saidakhmedova N.B. Bir na Merli. *Important Plant Areas of Ukraine* / Ed. V.A. Onyshchenko. Kyiv: Alterpress, 2017. P. 42–44.

16. Білоус А.М. Методика дослідження мортмаси лісів. *Біоресурси і природокористування*. 2014. Т. 6. № 3–4. С. 134–145.

17. Білоус А.М. Запас сухостою і захаращеності м'яколистяних лісів Українського Полісся. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2013. № 4. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2013_4_15

18. Білоус А.М. Оцінка мортмаси деревної ламані березняків Українського Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. Вип. 24.7. С. 25–31.

19. Котляревська У.М., Білоус А.М. Депонований вуглець та запас енергії у грубому деревному детриті вільхових лісів Українського Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Вип. 27(4). С. 39–43. DOI: <https://doi.org/10.15421/40270408>

20. Мацала М. С., Білоус А.М. Оцінювання депонованого вуглецю у грубому деревному детриті дубових лісів України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Вип. 27(6). С. 16–19. DOI: <https://doi.org/10.15421/40270602>

21. Яроцький В.Ю., Пивовар Т.С., Пастернак В.П., Гармаш А.В. Структура лісових насаджень сосни звичайної Лівобережного Лісостепу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.4. С. 53–59. DOI: <https://doi.org/10.15421/40260408>

22. Пастернак В.П., Яроцький В.Ю. Оцінювання запасів і динаміка вуглецю у лісах Північного сходу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.6. С. 57–62.

Фурдичко О. І., Чорнобров О. Ю., Соломаха І. В., Тимочко І. Я., Безроднова О. В.

23. Yarotskiy V.Yu., Pasternak V.P., Nazarenko V.V. Deadwood in the oak forests of the Left Bank Forest-steppe of Ukraine. *Folia Forestalia Polonica*. 2019. No 61 (4). P. 247–254. DOI: <https://doi.org/10.2478/ffp-2019-0024>

24. Пастернак В.П., Яроцький В.Ю., Гармаш А.В. Типологічне різноманіття лісів Володимирівського природоохоронного науково-дослідного відділення НПП «Слобожанський». *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія»*. 2017. Вип. 28. С. 169–174. DOI: <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2017-28-22>

25. Національний атлас України. Під ред. Л.Г. Руденко. – К.: ДНВП «Картографія», 2008. 440 с.

26. Остапенко Б.Ф., Ткач В.П. Лісова типологія. Харків: Вид-во Харківс. держ. аграрного університету ім. В.В. Докучаєва, 2002. 204 с.

27. State of Europe's Forests 2015 Report. Forest Europe [Electronic source] URL: <https://www.foresteurope.org/docs/fullsoef2015.pdf>

28. Чорнобров О.Ю., Сотник Л.П., Ходинь О.Б., Коніщук В.В., Тимочко І.Я., Соломаха І.В. Екологічна оцінка запасу мертвої деревини у природних листяних лісах долини р. Віти у національному природному парку «Голосіївський». *Агроекологічний журнал*. 2020. №2. С. 45–54. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207680>

29. Rahman M. et al. Structure of coarse woody debris in Lange-Leitn Natural Forest Reserve, Austria. 2008. *Journal of forest science*. No 54 (4). P. 161–169. DOI: <https://doi.org/10.17221/3102-JFS>

30. Bobiec A. Living stands and dead wood in the Bialowieza forest: suggestions for restoration management. *Forest Ecology and Management*. 2002. Vol. 165. P. 125–140. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00655-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00655-7)

References

1. Furdychko, O.I. (2014). *Ahroekolohiya: monohrafiya* [Agroecology:

monograph]. Kyiv: Ahrarna nauka [in Ukrainian].

2. Harmon, M.E. et al. (1986). Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in ecological Research*, 15, 133–302. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2504\(03\)34002-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(03)34002-4) [in English].

3. Ferris-Kaan, R., Lonsdale, D. & Winter, T. (1993). The conservation management of deadwood in forests. *Research Information Note No 241*. Forestry Commission, Research Division, Forestry Authority. Available at: https://www.forestresearch.gov.uk/documents/4947/RIN_241.pdf [in English].

4. Humphrey, J.W. et al. (2004). Deadwood as an indicator of biodiversity in European forests: from theory to operational guidance. *EFI-Proceedings*, 51, 193–206 [in English].

5. Shvidenko, A.Z., Shhepashhenko, D.G. & Nil'sson, S. (2009). Ocenka zapasov drevesnogo detrita v lesah Rossii. [Assessment of woody detritus in forests of Russia]. *Forest mensuration and inventory*, 1 (41), 133–147 [in Russian].

6. Stokland, J.N., Siitonen J. & Jonsson, B.G. (2012). *Biodiversity in dead wood*. Cambridge: Cambridge University Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9781139025843> [in English].

7. Savytska, A.H. (2014). Vidmerla derevyna yak substrat dlia rozvytku mokhopodibnykh lisovykh uhrupovan [Dead Wood as a Substrate for Mosses in Forest Communities]. *Scientific Bulletin of UNFU*, 25(9), 172–177 [in Ukrainian].

8. Chumak, M. (2016). Saproksylobiontni tverdokyryli (*Coleoptera, Insecta*) i mertva derevyna v bukovomu pralisi Uhol'skoho masyvu Karpatskoho biosferneho zapovidnyka [Saproxylic beetles (*Coleoptera, Insecta*) and Dead Wood in Beech Virgin Forests Uholka Massif Carpathian Biosphere Reserve]. *Lesya Ukrainka Eastern European National University Scientific Bulletin. Series: Biological Sciences*, 12, 93–108. DOI: <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2016-337-12-93-98> [in Ukrainian].

9. Stokland, J.N., Tomter, S.M. & Soderberg, U. (2004). Development of Dead

Фурдичко О. І., Чорнобров О. Ю., Соломаха І. В., Тимочко І. Я., Безроднова О. В.

Wood Indicators for Biodiversity Monitoring: Experiences from Scandinavia. *EFI-Proceedings*, 51, 207–226 [in English].

10. Schuck, A. et al. (2004). Forest biodiversity indicator: dead wood – a proposed approach towards operationalising the MCPFE indicator. *EFI-Proceedings*, 51, 49–77 [in English].

11. Siitonen, J. (2001). Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletin*, 49, 11–42 [in English].

12. Jonsell, M., Weslien, J. & Ehnstrom, B. (1998). Substrate requirements of red-listed saproxylic invertebrates in Sweden. *Biodiversity and Conservation*, 7, 749–764. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008888319031> [in English].

13. Hofgaard, A. (1993). 50 years of change in a Swedish boreal old-growth *Picea abies* forest. *Journal of Vegetation Science*, 4(6), 773–782. DOI: <https://doi.org/10.2307/3235614> [in English].

14. Research Institution “Ukrainian Research Institute of Environmental Problems” (UKRNDIEP) (2015). Proekt orhanizatsii terytorii natsionalnoho pryrodnoho parku “Slobozhanskyi”, okhorony, vidtvorennia ta rekreatsiinoho vykorystannia yoho pryrodnykh kompleksiv i ob'ektiv [The project of territorial organization of Slobozhanskyi National Nature Park, protection, restoration and recreational use of its natural complexes and objects]. Kharkiv [in Ukrainian].

15. Bezrodnova, O.V., Saidakhmedova, N.B. (2017). Bir na Merli / Important Plant Areas of Ukraine. Ed. Onyshchenko, V.A. Kyiv: Alterpress, 42–44 [in English].

16. Bilous, A.M. (2014). Metodyka doslidzhennia mortmasy lisiv [Methodology of the research mortmass of forest]. *Biological Resources and Nature Management*, 6, 3–4, 134–145 [in Ukrainian].

17. Bilous, A.M. (2013). Zapas sukhostoiu i zakharashchenosti miakolystianykh lisiv Ukrainskoho Polissia [Deadwood armoury and coarse woody debris in soft leaved forests of Ukrainian Polissia]. *Scientific reports of NULES of Ukraine*, 4.

Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2013_4_15 [in Ukrainian].

18. Bilous, A.M. (2014). Otsinka mortmasy derevnoi lamani berezniakiv Ukrainskoho Polissia [The assessment of coarse woody debris in birch forests of Ukrainian Polissia]. *Scientific Bulletin of UNFU*, 24.7, 25–31 [in Ukrainian].

19. Kotlyarevska, U.M., Bilous, A.M. (2017). Deponovanyi vuhlets ta zapas enerhii u hrubomu derevnomu detryti vilkhovykh lisiv Ukrainskoho Polissia [Deposited carbon and energy stock in coarse woody debris of alder forests in Ukrainian Polissya]. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(4), 39–43. DOI: <https://doi.org/10.15421/40270408> [in Ukrainian].

20. Matsala, M.S., Bilous, A.M. (2017). Otsiniuvannia deponovanoho vuhletsu u hrubomu derevnomu detryti dubovykh lisiv Ukrainy [Assessment carbon in coarse woody debris of oak forests in Ukraine]. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(6), 16–19. DOI: <https://doi.org/10.15421/40270602> [in Ukrainian].

21. Yarotskyi, V.Yu., Pyvovar, T.S., Pasternak, V.P. & Harmash, A.V. (2016). Struktura lisovykh nasadzhzen sosny zvychainoi Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [The Structure of Pine Stands at the Left-bank Forest-steppe of Ukraine]. *Scientific Bulletin of UNFU*, 26.4, 53–59. DOI: <https://doi.org/10.15421/40260408> [in Ukrainian].

22. Pasternak, V.P., Yarotskyi, V.Yu. (2013). Otsiniuvannia zapasiv i dynamika vuhletsu u lisakh Pivnichnoho skhodu Ukrainy [Carbon stock and dynamic assessment in the forests of North-East of Ukraine]. *Scientific Bulletin of UNFU*, 23.6, 57–62 [in Ukrainian].

23. Yarotskiy, V.Yu., Pasternak, V.P. & Nazarenko, V.V. (2019). Deadwood in the oak forests of the Left Bank Forest-steppe of Ukraine. *Folia Forestalia Polonica*, 61(4), 247–254. DOI: <https://doi.org/10.2478/ffp-2019-0024> [in English].

24. Pasternak, V.P., Yarotskyi, V.Yu. & Harmash, A.V. (2017). Typolohichne riznomanittia lisiv Volodymyrivskoho pryrodookhoronnoho naukovo-doslidnoho viddillennia NPP «Slobozhanskyi» [Forest typological diversity of Volodymyrivske

- Фурдичко О. І., Чернобров О. Ю., Соломаха І. В., Тимочко І. Я., Безроднова О. В. environmental research department of NNP “Slobozhanskiy”). The Journal of V.N.Karazin Kharkiv National University. Series “Biology”, 28, 169–174. DOI: <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2017-28-22> [in Ukrainian].
25. Rudenko, L. G. (Ed.). (2008). Nacional'nyj atlas Ukraïny [National atlas of Ukraine]. Kyiv: DNVF “Kartografija”. [in Ukrainian].
26. Ostapenko, B.F., Tkach, V.P. (2002). Lisova typolohiia [Forest typology]. Kharkiv: Vyd-vo Kharkivs. derzh. ahrarnoho universytetu im. V.V. Dokuchaieva [in Ukrainian].
27. State of Europe’s Forests 2015 Report. Forest Europe. (2015). Available at: <https://www.foresteurope.org/docs/fullsoef2015.pdf> [in English].
28. Chornobrov, O.Yu., Sotnyk, L.P., Khodyn, O.B., Konishchuk, V.V., Tymochko, I.Ya. & Solomakha, I.V. (2020). Ekolohichna otsinka zapasu mertvoi derevyny u pryrodnykh lystianykh lisakh dolyny r. Vity u natsionalnomu pryrodnomu parku «Holosiiivskiy» [Ecological assessment of dead wood volume in natural deciduous forests in Vita river valley in Holosiiivskiy National Nature Park]. Agroecological journal, 2, 45–54. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2020.207680> [in Ukrainian].
29. Rahman, M., Frank, G., Ruprecht, H. & Vacik, H. (2008). Structure of coarse woody debris in Lange-Leitn Natural Forest Reserve, Austria. Journal of forest science, 54 (4), 161–169. DOI: <https://doi.org/10.17221/3102-JFS> [in English].
30. Bobiec, A. (2002). Living stands and dead wood in the Bialowieza forest: suggestions for restoration management. Forest Ecology and Management, 165, 125–140. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00655-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00655-7) [in English].

ОЦЕНКА ЗАПАСОВ ГРУБОГО ДРЕВЕСНОГО ДЕТРИТА В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «СЛОБОЖАНСКИЙ»

А. И. Фурдычко, А. Ю. Чернобров, И. В. Соломаха,
И. Я. Тимочко, О. В. Безроднова

Аннотация. Мертвая древесина является важным компонентом лесных экосистем. К грубому древесному детриту принадлежат сухостойные деревья, поваленные деревья, фрагменты поваленных деревьев (стволов), ветви (фрагменты веток), пни, грубые корни деревьев. Мертвая древесина выполняет ряд природоохранных и экологических функций. Она является субстратом и средой обитания для живых организмов, в частности ряда видов мхов, лишайников, грибов, беспозвоночных, а также птиц и млекопитающих. Древесный детрит играет важную роль в биологическом круговороте веществ и энергии и депонировании углерода, является источником питательных веществ. Поэтому исследования количественных и качественных показателей мертвой древесины, в частности на территориях природно-заповедного фонда – актуальная проблема современности.

Целью работы является оценка выявленных лесоустройством запасов мертвой древесины в лесных экосистемах НПП «Слобожанский» по компонентам, а также анализ особенностей распределения ее запасов в насаждениях преобладающих пород и типов леса.

Оценка запасов грубого древесного детрита проведена по данным материалов лесоустройства лесного фонда территорий национального природного парка «Слобожанский», проведенного Украинским

Фурдичко О. І., Чорнобров О. Ю., Соломаха І. В., Тимочко І. Я., Безроднова О. В.

государственным проектным лесоустроительным производственным объединением «Укрэгослеспроект». Проанализированы данные 493 таксационных выделов в насаждениях девяти древесных пород. Изучали запас таких фракций грубого древесного детрита: сухостойная мертвая древесина (сухостой), лежащая мертвая древесина (захламленность). Анализ данных был проведен с помощью программных средств MS Excel 2016.

Установлено, что общая площадь лесных насаждений, в которых во время лесоустройства было выявлено сухостой или захламленность (лежащую мертвую древесину), составила 2149,8 га, или 47,5 % от общей покрытой лесом площади НПП. Общій запас грубого древесного детрита составил 19478 м³, более 95 % которого сосредоточено в насаждениях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) (78,8 %) и дуба обыкновенного (*Quercus robur* L.) (16,6 %). В структуре запаса мертвой древесины преобладал сухостой (62,1 %) по сравнению с лежащей мертвой древесиной (37,9%). Запас мертвой древесины составил 5-50 м³·га⁻¹, и в среднем для всех исследуемых лесных экосистем, где она была обнаружена, оказался равным 9,1 м³·га⁻¹. Лишь 63,3 га (2,9 %) исследуемых лесных насаждений имеют запас грубого древесного детрита 20 м³·га⁻¹ и более, а в 955,4 га (44,4 %) насаждений этот запас не превышает 5 м³·га⁻¹. Мертвую древесину обнаружено в 11 типах леса, однако больше всего ее по запасу сосредоточено в свежих дубово-сосновых суборах (9855 м³, 50,5%), меньше – в свежих липовые-дубово-сосновых сугрудах (5678 м³, 29,2 %) и свежих кленово-липовых дубравах (2836 м³, 14,6 %). Около половины (50,4 %) запаса грубого древесного детрита сосредоточено в среднеполнотных древостоях. Более половины (56,8 %) запаса мертвой древесины обнаружено в насаждениях I бонитета.

Полученные данные свидетельствуют, что в целом запасы мертвой древесины в лесных экосистемах НПП «Слобожанский» по данным лесоустройства, являются довольно низкими по сравнению с данными других заповедных территорий, где одним из приоритетов является сохранение природных комплексов и биоразнообразия. Это может быть связано с интенсивностью ведения лесохозяйственной деятельности на территории национального природного парка в прошлом до его создания.

Ключевые слова: грубый древесный детрит, экосистема, НПП «Слобожанский», мертвая древесина, лесное насаждение, сухостой, валежник, мортмасса, среда обитания, биоразнообразие

ESTIMATION OF COARSE WOODY DEBRIS STOCKS IN FOREST ECOSYSTEMS OF SLOBOZHANSKY NATIONAL NATURE PARK

O. I. Furdychko, O. Yu. Chornobrov, I. V. Solomakha,
I. Ya. Tymochko, O. V. Bezrodnova

Abstract. Dead wood is an important component of forest ecosystems. It performs a number of environmental functions. Coarse woody debris includes standing dead

Фурдичко О. І., Чернобров О. Ю., Соломаха І. В., Тимочко І. Я., Безроднова О. В.

trees, fallen dead trees, fragments of fallen trees (trunks), branches (fragments of branches), stumps and rough tree roots. It is a substrate and habitat for living organisms, including a number of species of mosses, lichens, fungi, invertebrates, as well as birds and mammals. Woody detritus plays an important role in the biological cycle of substances and energy, and carbon deposition, is a source of nutrients. Therefore, the study of quantitative and qualitative features of dead wood, in particular on protected areas, is a considerable nowadays problem.

The aim of the work is to estimate identified by forest inventory stocks of dead wood in forest ecosystems of Slobzhansky NNP by components, as well as to analyze the distribution of its volumes in stands of dominant tree species and forest types.

The estimation of coarse woody debris stocks was performed based on forest inventory data of Slobzhansky National Nature Park conducted by Ukrainian State Project Forestry Production association "Ukrderzhlisproekt". Data from 493 forest stands of nine tree species were analyzed. The stock of the following components of coarse woody debris was studied: standing dead wood, fallen (downed) dead wood. Data analysis was performed using MS Excel 2016 software.

*It was found that the total area of forest stands in which standing or downed dead wood was found during forest inventory was 2149.8 ha, or 47.5 % of the total forest area of NNP. The total stock of coarse woody debris was 19478 m³, more than 95% of which is concentrated in the stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) (78.8 %) and pedunculate oak (*Quercus robur* L.) (16.6 %). Standing dead wood prevailed (62.1 %) fallen dead wood (37.9 %) in the structure of dead wood volume. The volume of dead wood was in the range of 5–50 m³·ha⁻¹, and on average in studied forest ecosystems in which it was found was 9.1 m³·ha⁻¹. Only 63.3 ha (2.9 %) of the studied forests have a volume of coarse woody debris of 20 m³·ha⁻¹ and more, and in 955.4 ha (44.4 %) of stands it does not exceed 5 m³·ha⁻¹. Dead wood was found in forests growing in 11 forest types, but most of it was concentrated in fresh oak-pine subir (9855 m³, 50.5 %), less – in fresh linden-oak-pine sugrud (5678 m³, 29.2 %) and fresh maple-linden dibrova (2836 m³, 14.6 %). About half (50.4 %) of coarse woody debris stock is concentrated in medium stocking degree forest stands. More than half (56.8%) of the dead wood stock is in I bonitet class stands.*

Obtained results indicate that in general, the dead wood volumes in forest ecosystems of Slobzhansky NNP estimated based on State Forest Inventory data, are quite low compared to the forest ecosystems of other protected areas, where one of the priorities are the natural complexes protection and biodiversity conservation, which may be associated with the intensity of forestry activities in the past on the territory of the national nature park before its creation.

Keywords: *coarse woody debris, ecosystem, Slobzhansky NNP, dead wood, forest stand, standing dead wood, fallen dead wood, mortmass, habitat, biodiversity*

ЗМІНИ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ М'ЯСА АФРИКАНСЬКОГО СТРАУСА ПІД ДІЄЮ РОСЛИННИХ ФЕРМЕНТІВ У СКЛАДІ ПОСОЛОЧНИХ РОЗСОЛІВ

О. А. Штонда, кандидат технічних наук, доцент

В. М. ІСРАЄЛЯН, асистент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: vs88@ukr.net, oasht@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.01.004>

Анотація. У роботі розглядаються такі завдання, як вибір перспективного ферментного препарату та надання йому характеристики; обґрунтування раціональних доз внесення ферменту в цільном'язові продукти з м'яса страуса; вивчення впливу ферментації, посолу та механічної обробки на функціонально-технологічні властивості м'яса страуса.

На підставі комплексних досліджень науково обґрунтована і практично доведена доцільність використання фермента папаїна у складі розсолів для шприцювання під час виробництва шинкових виробів з м'яса страуса.

Досліджено функціонально-технологічні властивості шинки з м'яса африканського страуса українського виробництва. Представлено результати досліджень впливу ферментативного протеолізу м'яса страуса препаратом папаїном на технологічні показники сировини. Встановлено введення оптимальної кількості розсолу у м'ясо, який дозволяє збільшити вихід та покращити сукупність показників готового продукту.

Під впливом папаїна м'ясо набуває ніжну м'яку консистенцію і приємний смак, що обумовлено гідролітичними змінами білків і накопиченням продуктів їх розпаду, що є попередниками речовин, які надають згодом високі смако-ароматичні властивості готовому продукту.

Застосування сучасних біотехнологічних методів, що сприяють інтенсифікації технологічних процесів і поліпшенню таких якісних показників, як ніжність, соковитість, смак і аромат, відкривають можливості розширення асортименту та збільшення обсягів випуску виробів з м'яса страуса.

Ключові слова: м'ясо страуса, ферментний препарат, папаїн, шинка, вологозв'язуюча здатність

Актуальність. Використання ферментних технологій багато у чому визначає успіх розвитку великого числа сучасних галузей економіки, у тому числі і харчової промисловості.

Створення та впровадження інноваційних технологій дозволило в

значній степені розширити сферу застосування ферментних препаратів. Сьогодні ферменти допомагають поліпшити якість продукції, підвищити її безпеку, збільшити ефективність технологічних процесів, скоротити виробничі витрати і

Штонда О. А., Ізраєлян В. М.

знизити антропогенний вплив на навколишнє середовище.

Особливе значення мають протеолітичні ферментні препарати, так як вони пов'язані з перетворенням білкових речовин – головного компонента пластичного обміну людини і тварин. Саме з їх використанням здійснюється пошук нових джерел і форм білкової їжі. Протеази каталізують гідроліз пептидних зв'язків і поряд з великим прикладним значенням грають важливу роль в метаболізмі, вивчення якого є важливим фундаментальним завданням.

У даний час першочерговим завданням, що стоїть перед м'ясопереробною промисловістю, є впровадження ресурсозберігаючих технологій і випуск якісної продукції з високоспоживчими властивостями. Ці вимоги найбільш повно задовольняє група шинкових виробів.

М'ясні делікатеси, які традиційно займають істотну частку в раціоні більшості населення України, є технологічною формою для створення шинкових виробів.

Виробництво м'ясних виробів і м'ясопродуктів в Україні на сьогодні характеризується дефіцитом сировинного забезпечення, а також погіршенням низки показників якості м'ясної сировини [1].

Дефіцит вітчизняної та імпортової високоякісної сировини, насамперед, яловичини і телятини, певною мірою обмежує випуск необхідного обсягу

шинкових виробів. У зв'язку з цим розробка і розширення їх асортименту за рахунок використання нетрадиційної сировини тваринного походження є актуальним завданням. Серед таких видів сировини слід відзначити м'ясо африканського страуса, яке може бути як імпортним, так і вітчизняного виробництва.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Враховуючи аналітичні та практичні дані встановлено, що сфера індивідуального використання ферментів у м'ясній промисловості значно обмежена і, загалом, зводиться до вирішення вузьких технологічних завдань.

Внесення специфічних протеолітичних ферментів істотно прискорює процеси і змінює властивості м'яса [2, 3]. Незважаючи на порівняльну новизну ферментативного способу обробки м'яса, він знайшов широке застосування у м'ясопереробній промисловості ряду країн.

На сьогоднішній день його використання є звичайною практикою для США, Канади, Англії, Франції, Німеччини та ін. Ферменти протеолітичної і колагеназної дії, в м'ясі і м'ясних системах дозволяють [3]:

- інтенсифікувати автолітичні процеси і прискорити дозрівання;
- забезпечити високий рівень соковитості і ніжності м'яса;

Штонда О. А., Ізраєлян В. М.

- збільшити об'єм виробництва високоякісних натуральних м'ясних виробів;

- отримати нові джерела м'ясних ресурсів у вигляді м'ясних паст, емульсій, гідролізату для збагачення різноманітних харчових продуктів білком, розробки лікувального харчування;

- використовувати у складі рецептурно-компонентних рішень м'ясопродуктів замість основної сировини;

- раціонально і максимально використовувати м'ясні ресурси для збільшення виходу корисних продуктів з одиниці сировини.

Досвід практичного використання ферментів для обробки м'ясної сировини свідчить про можливість забезпечити раціональне використання м'ясних ресурсів, інтенсифікувати виробництво продуктів, підвищити їхню якість і збільшити вихід готової продукції. Застосування ферментних препаратів (натуральних м'ясних, натуральних мікробіологічного походження, виділених із рослинних і тваринних джерел) у переробці м'ясної сировини уможливає значно прискорити низку біохімічних реакцій, відкриває перспективи модифікації та інтенсифікації процесів переробки, прискорюючи пом'якшення та поліпшуючи ніжність тканин [4, 5, 6].

Правильний вибір стабілізаційної системи дає можливість розширити асортимент

продукції, що випускається м'ясопереробним підприємством, збільшити вихід і знизити собівартість одиниці продукції.

Мета роботи. Дослідити функціонально-технологічні властивості шинки з м'яса африканського страуса українського виробництва при використанні посолочних розсолів, до складу яких включено фермент папаїн.

Методи. Дослідження проводили у лабораторних умовах кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Для досліджень було обрано м'ясо стегна і гомілки страуса, отриманих після забою птиці у віці 12 місяців.

Під час виконання роботи експериментальні дослідження здійснювали за такими методиками: визначення величини рН проводили потенціометричним методом; вміст вологи – сушінням за ДСТУ ISO 1442:2005 [7]; вологозв'язуючу здатність – за методом пресування [8].

Результати. Одним з найбільш привабливим і динамічно розвиваючим, у птахівництві є вирощування страусів. Привабливістю цього напрямку птахівництва може з'явитися ряд причин, пов'язаних з особливістю анатомічних і фізико-хімічних показників птиці. Анатомічною особливістю страуса, порівняно з

Штонда О. А., Ізраєлян В. М.

іншими видами птиці є значно більша кінцева вага, добре розвинені і значно більші за масою м'язи стегна, гомілки і грудинки. Особливо ці частини туші сильно розвинені у африканського страуса. Ця особливість дає перевагу страусу перед іншою птицею у процесі її переробки [9, 10].

Розвиваючий ринок м'ясних продуктів потребує оновлення та розширення асортименту, особливо високоякісних і високорентабельних шинкових виробів.

У результаті аналізу наявного асортименту продуктів із м'яса страуса, основну увагу було приділено цільном'язовим виробам.

Практика застосування ферментних препаратів свідчить про те, що не всі препарати однаково впливаю на м'язові і сполучнотканинні білки м'яса, у тому; числі на сировину з аномальним характером автолізу.

Один і той же ферментний препарат у залежності від реакції середовища м'яса по-різному гідролізує білкові макромолекули.

Технологів у великій мірі цікавлять питання, що стосуються дії ферментних препаратів на сполучнотканинні білки м'яса. При цьому важливим моментом є вивчення впливу ферментних препаратів на структурно-механічні властивості м'ясної сировини, що в кінцевому рахунку впливають на якість одержуваних готових продуктів.

Найбільш важливими показниками, що характеризують ефективність дії різних ферментних препаратів на м'ясну сировину, є структурно-механічні властивості, що характеризують, в кінцевому рахунку, ніжність готового продукту.

З метою уточнення активності використовуваного в роботі ферменту була вивчена залежність папаїну від рН середовища. Результати виконаних досліджень показали (рис. 1), що найбільша протеолітична активність папаїну проявляється за рН 5,5-6,0. А при рН 6 фермент має максимальну колагеназну активність.

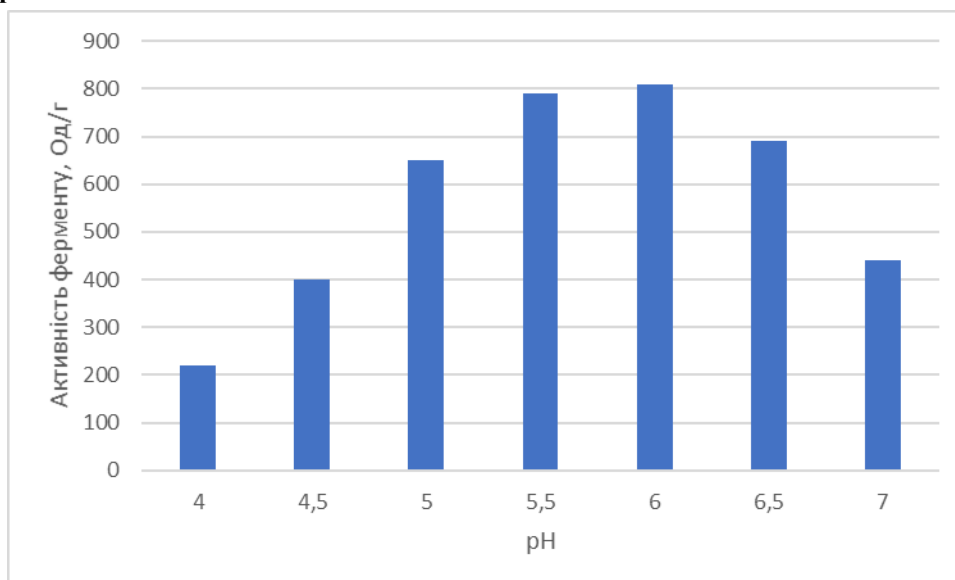


Рис. 1. Вплив рН середовища на активність фермента папаїна

З метою формування необхідних функціонально-технологічних властивостей м'яса, ферментацію поєднують з посолом.

Метою посолу м'яса, призначеного для виробництва шинки, є введення в нього посолочних інгредієнтів (хлориду натрію, нітриту та ін.).

Процес посолу м'яса при виробництві шинки складається з таких операцій: шприцювання розсолем, подальше масування. Засолювання супроводжується фізико-хімічними реакціями, які сприяють стабілізації забарвлення м'яса, надають йому специфічного смаку і аромату. При варінні несоленої м'ясної сировини залежно від температури і часу відокремлюється близько 35-40 % вологи, при варінні соленої - лише 10-15 % вологи, що міститься в м'язовій тканині. Набування м'ясом цих

важливих технологічних властивостей пов'язано з колоїдно-хімічними змінами насамперед білкової системи м'язової тканини.

Соління м'яса здійснювали за температури сировини від 0 до 4 °С. У результаті експериментальних досліджень методом ін'єктування вводили 20, 25, 30, 40, 50 % розсолу до маси сировини. Розсоли представляли собою:

- К- класичний розсіл для соління;
- №1 – класичний розсіл з додаванням харчових фосфатів;
- №2 – розсіл на основі функціональної добавки;
- №3 - розсіл на основі функціональної добавки з введенням папаїну.

Зміна рН м'яса в сирому продукті, залежно від введення розсолу до маси сировини представлена на рис.2

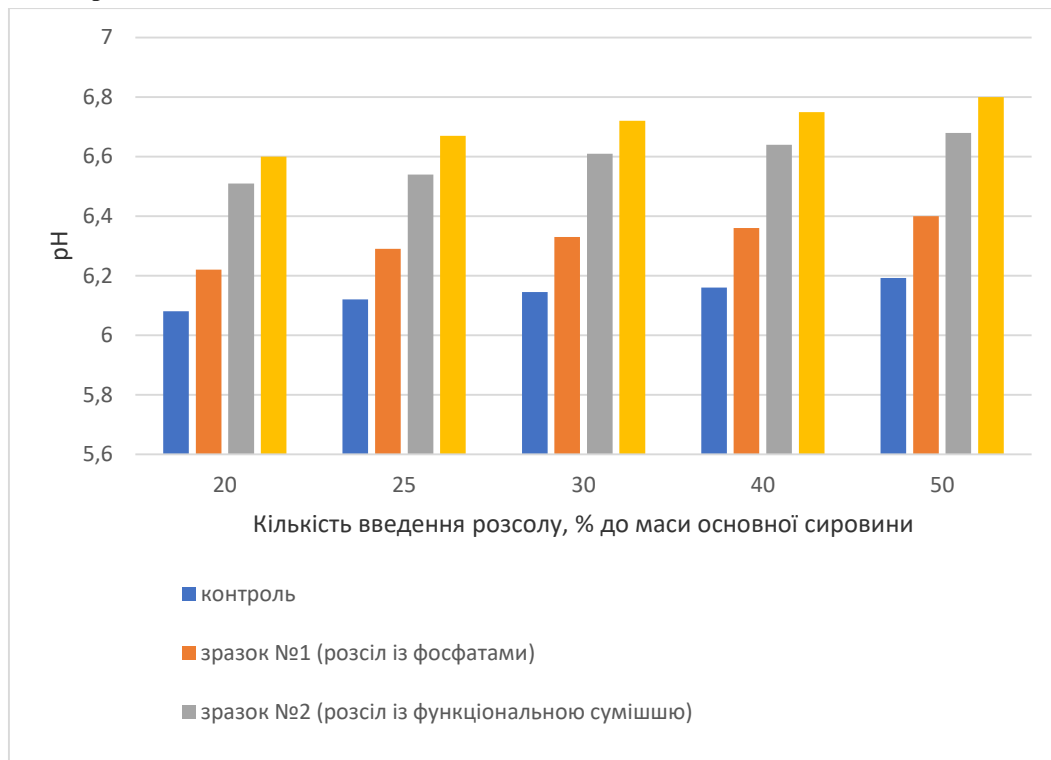


Рис. 2. Зміна величини рН м'яса страуса впродовж 12 годин в процесі посолу розсолами

Анілізуючи проведені дослідження, видно, що зміна рН в сирому продукті збільшується за рахунок введення розсолу у шматки м'яса, шляхом шприцювання, з подальшою витримкою у посолі впродовж 12 годин.

Рівень розвитку автолітичних змін в м'ясній сировині, ступінь її дозрівання в більшості зумовлюють якість готових цільном'язових виробів.

На наступному етапі було досліджено вплив ферменту у складі розсолу на зміну вологозв'язуючої здатності м'яса страуса при концентрації ферменту папаїну 0,015 % (вибрано експериментально) до маси сировини при різній кількості

шприцьовочного розсолу.

Як видно з даних наведених на рис. 3, обробка м'яса розсолем, який у своєму складі містить ферментний препарат підвищує вологозв'язуючу здатність білків, за рахунок збільшення кількості гідрофільних центрів білкових макромолекул внаслідок їх деструктивних змін.

Отримані результати доводять, що папаїн викликає деградацію білків м'яса страуса, водночас водоутримуюча здатність до 12 год ферментації підвищується на 17 % відносно контролю і на 4 % у порівнянні з використанням розсолу з функціональною сумішшю але без ферменту.

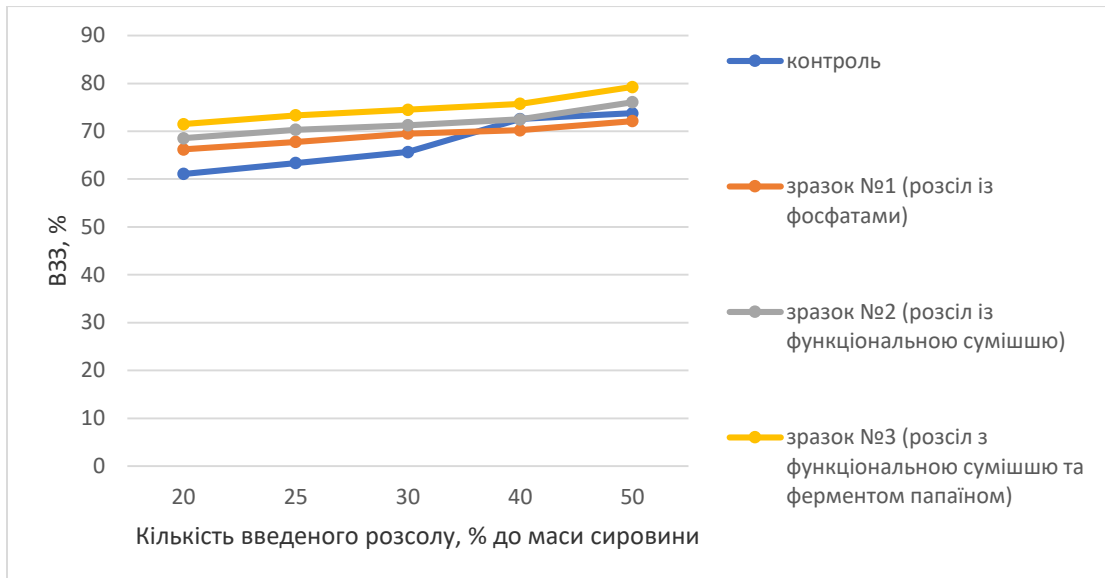


Рис. 3. Зміна вологозв'язуючої здатності білків м'яса страуса впродовж 12 годин в процесі посолу розсолами

Висновки і перспективи.

Накопичена до теперішнього часу інформація відображає сучасний стан і перспективи застосування ферментних препаратів у харчовій промисловості.

Результати досліджень використання ферментних препаратів, свідчить, що не всі вони однаково впливають на м'язові і сполучнотканинні білки.

У даному випадку для розм'якшення м'яса страуса нами був використаний фермент папаїн, який володіє високою активністю. З метою уточнення деяких властивостей ферменту в ході досліджень була вивчена залежність активності

папаїну від рН середовища. Результати виконаних досліджень показали, що найбільшу активність папаїн проявляє у діапазоні рН 5,5-6,0.

Дослідження фізико-хімічних показників свідчить про те, що у процесі ферментації рН м'ясної сировини зсувається в лужну сторону, внаслідок збільшення кількості основних груп при гідролізі білкових макромолекул. У результаті деградації білків і збільшення кількості гідрофільних центрів зростає вологозв'язуюча здатність м'ясної сировини.

Список використаних джерел

1. Гагарин В.В., Бутко М.П. Качественные показатели и биологическая полноценность мяса страусов. *Ветеринарный консультант*. 2004. №21. С. 22-24.

2. Antipova, L.V. The experience of enzyme preparations application in the processing of animal origin raw materials.

European Journal of Natural History. 2015. № 2. P. 42-43.

3. Антипова, Л.В. Положительное действие коллагеназы на структуру мясного сырья.. *Мясная индустрия*. 2002. №2. С. 45-47.

4. Даниленко С. Вплив ферментного препарату на протеолітичні процеси в

Штонда О. А., Израелян В. М.

сиров'ялених м'ясних продуктах. *Товари і ринки*. 2013. №2 С. 107-114.

5. Лизова В. Ю. Ферменти та їх використання у м'ясній промисловості *Мясной бизнес*. 2010. № 6 (90). С. 33-38.

6. Антипова Л.В., Шамханов Ч.Ю., Осмин О.С. Влияние коллагеназы на белковые фракции мышечной ткани птицы. *Мясная индустрия*. 2003. №10. С. 37-39.

7. ДСТУ ISO 1442:2005 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення вмісту вологи (контрольний метод) (ISO 1442:1997, IDT). 3 поправкою.

8. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: Колос, 2001. 376 с.

9. Устинова А.В., Лазутин Д.А. Мясо страуса в пищевых продуктах. *Пищевая промышленность*. 2008. №3. С. 52-53

10. Куликов Л.В. Мясная продуктивность страусов. Ветеринарный консультант. 2003. №3. С.16-20.

References

1. Naharyn V. V., Butko M. P. (2004). Kachestvennye pokazately u byolohycheskaia polnotsennost miasa strausov. *Veterynarnui konsultant*. № 21. P. 22–24.

2. Antipova, L. V. (2015). The experience of enzyme preparations application

in the processing of animal origin raw materials. *European Journal of Natural History*. № 2. P. 42-43.

3. Antypova, L.V. (2002). Polozhytelnoe deistviye kollahenazu na strukturu miasnoho syrgia.. *Miasnaia yndustryia*. № 2. P. 45-47.

4. Danylenko С. (2013). Vplyv fermentnoho preparatu na proteolitychni protsesy v syrovialenykh miasnykh produktakh. *Tovary i rynky*. № 2 P. 107-114.

5. Lyzova V. Yu. (2010). Fermenty ta yikh vykorystannia u miasnii promyslovosti *Miasnoi byznes*. № 6 (90). P. 33-38.

6. Antypova L. V., Shamkhanov Ch. Iu., Osmyn O. S. (2003). Vlyiany kollahenazu na belkovue fraktsyy mushechnoi tkany ptytsu. *Miasnaia yndustryia*. №10. P. 37-39.

7. DSTU ISO 1442:2005 M'iaso ta m'iasni produkty. Metod vyznachennia vmistu volohy (kontrolnyi metod) (ISO 1442:1997, IDT). Z popravkoiu.

8. Antypova L.V, Hlotova Y.A, Rohov Y.A. (2001). Metodu yssledovanyia miasa u miasnykh produktov. М.: Колос, 376.

9. Ustynova A.V., Lazutyn D.A. (2008). Miaso strausa v pyshchevkh produktakh. *Pyshchevaia promushlennost*. №3. P. 52-53

10. Kulykov L.V. (2003). Miasnaia produktyvnost strausov. *Veterynarnui konsultant*. №3. P.16-20.

ИЗМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЯСА АФРИКАНСКИХ СТРАУСОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ РАСТИТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ В СОСТАВЕ ПОСОЛОЧНЫХ РАССОЛОВ.

О. А. Штонда, В.Н. Израелян

Аннотация. В работе рассматриваются такие задачи, как выбор перспективного ферментного препарата и предоставления ему характеристики; обоснование рациональных доз внесения фермента в цельномышечные продукты из мяса страуса; изучение влияния ферментации, посола и механической обработки на функционально-технологические свойства мяса страуса.

На основании комплексных исследований научно обоснована и практически доказана целесообразность использования фермента папаина в составе рассолов для шприцевания при производстве ветчинных изделий из мяса страуса.

Штонда О. А., Ізраєлян В. М.

Исследованы функционально-технологические свойства ветчины из мяса африканского страуса украинского производства. Представлены результаты исследований влияния ферментативного протеолиза мяса страуса препаратом папаином на технологические показатели сырья. Установлено введение оптимального количества рассола в мясо, который позволяет увеличить выход и улучшить совокупность показателей готового продукта.

Под влиянием папаина мясо приобретает нежную мягкую консистенцию и приятный вкус, что обусловлено гидролитическими изменениями белков и накоплением продуктов их распада, являющихся предшественниками веществ, которые оказывают впоследствии высокие вкусо-ароматические свойства готовому продукту.

Применение современных биотехнологических методов, способствующих интенсификации технологических процессов и улучшению таких качественных показателей, как нежность, сочность, вкус и аромат, открывают возможности расширения ассортимента и увеличения объемов выпуска изделий из мяса страуса.

Ключевые слова: мясо страуса, ферментный препарат, папаин, ветчина, водосвязывающая способность

CHANGES IN FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL INDICATORS OF AFRICAN OSTRICH MEAT UNDER THE ACTION OF VEGETABLE ENZYMES IN THE COMPOSITION OF SALTING BRINE

O. A. Shtonda, V. M. Israelian

***Abstract.** The paper considers such tasks as the selection of a promising enzyme preparation and giving it characteristics; substantiation of rational doses of enzyme introduction into whole muscle products from ostrich meat; study of the influence of fermentation, salting and machining on the functional and technological properties of ostrich meat.*

On the basis of complex researches the expediency and practically proved expediency of use of the enzyme papain as a part of brines for injection molding at production of ham products from ostrich meat is scientifically proved and practically proved.

The functional and technological properties of ham made from African ostrich meat made in Ukraine have been studied. The results of studies of the effect of enzymatic proteolysis of ostrich meat with papain on the technological parameters of raw materials are presented. The introduction of the optimal amount of brine in the meat, which allows to increase the yield and improve the totality of the finished product.

Under the influence of papain, the meat acquires a tender soft texture and pleasant taste, due to the hydrolytic changes of proteins and the accumulation of their breakdown products, which are precursors of substances that subsequently give high flavoring properties to the finished product.

The use of modern biotechnological methods that enhance technological processes and improve such quality indicators as tenderness, juiciness, taste and

Штонда О. А., Ізраелян В. М.

aroma, open up opportunities to expand the range and increase the production of ostrich meat products.

Key words: *ostrich meat, enzyme preparation, papain, ham, moisture-binding ability*

ЗМІНА ФІЗИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПЛОДІВ ВИШНІ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБКИ ПОЛІСАХАРИДНИМИ КОМПОЗИЦІЯМИ ПРОТЯГОМ ЗБЕРІГАННЯ

О. В. ВАСИЛИШИНА, кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Уманський національний університет садівництва

E-mail: elenamila@i.ua

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.01.005>

Анотація. Нині проблема забруднення навколишнього середовища набула важливого значення, тому розробка біорозкладальних плівок на основі полісахаридних покриттів, які змогли б повністю замінити пластик є актуальною. Метою досліджень, що проводилися з плодами вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка, вирощених на дослідній станції помології імені Л. П. Симиренка ІС НААН було визначити вплив обробки (100 мг/л) розчином саліцилової кислоти; (1 %) хітозану з (100 мг/л) саліцилової кислоти; (1 %) хітозану; на фізичні показники: мікроструктуру, щільність та втрати маси плодів вишні протягом зберігання за температури $1\pm 0,5$ °C та відносної вологості повітря 95 ± 1 %.

У результаті проведених досліджень встановлено, що попередня обробка плодів вишні 100 мг/л саліциловою кислотою та 1 % хітозаном вплинула на мікроструктуру мезокарпю. Щільність плодів вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка, після зберігання знизилась на 40,8 % і 45,2 %. В плодах, оброблених саліциловою кислотою, втрати склали 29,2 і 31,4 %, а 1 % розчином хітозану з саліциловою кислотою – 18,2 % і 12,6 %.

Плоди, попередньо оброблені розчином саліцилової кислоти мають нижчі втрати маси на 3,5–3,4 %, а за сумісної дії саліцилової кислоти і хітозану – 2,7–3 %. Перспективою подальших досліджень є визначення фізичних змін плодів вишні різних сортів за попередньої обробки розчином саліцилової кислоти і хітозану.

Ключові слова: фізичні показники, мікроструктура, щільність, втрати маси, плоди вишні

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У зв'язку з забрудненням навколишнього середовища нині набув розвиток біорозкладальних плівок на основі полісахаридних покриттів, які змогли б повністю замінити пластик. Полісахаридні покриття є стійкими, екологічно чистими, біосумісними та

нешкідливими для навколишнього середовища [1, 2].

При цьому їстівні плівки у своїх композиціях повинні містити не тільки харчові компоненти, але й пластифікатори і інші добавки. Їстівні покриття наносяться на поверхню плодів зануренням, обприскуванням, намазуванням. Їх

Василишина О. В.

використовують для подовження харчової цінності продукту за рахунок збереження вологи, селективної проникності газів між плодом та навколишнім середовищем, уповільнення розвитку фітопатогенних захворювань [3–6].

Серед речовин, які використовують для виготовлення плівок у джерелах літератури найбільшого поширення набули хітозан та альгінат [7]. Покриття суниці з альгінату натрію, сприяло зменшенні транспірації, інтенсивності дихання, збереженні кольору і щільності [7].

Хітозан – полісахарид, який використовується для обробки свіжих плодів і овочів. При цьому вони зменшують міграцію вологи і втрату летких сполук [3, 6, 8].

Покриття на основі хітозану використовують для подовження терміну зберігання папайї. Автори зазначають, що їстівне покриття, виготовлене з альгінату та хітозану покращило мікробіологічні і фізіологічні властивості дині [9, 10]. Плоди черешні, обробляли ультрафіолетовим випромінюванням та 1 % розчином хітозану, зберігали при температурі 4 °С, водночас у оброблених плодах були менші втрати маси, порівняно з необробленими [11].

Обробка 0,5 % розчином хітозану плодів гуави затримувала досягання, шляхом сповільнення інтенсивності дихання, втрат маси,

інгібувала активність ферментів поліфенолоксидази та пероксидази [12].

Лимони, занурені в 1,5 % розчин хітозану на 5 хв, висушували та зберігали за температури 0 °С в поліетиленових пакетах протягом 20 днів [9, 10].

Мікроструктура лимонів, покритих хітозаном сприяла збереженні щільності і створенню рівномірної плівки на поверхні плодів. Утворене екзогенне покриття, суттєво впливало на розмір порохів в епідермісі лимона. Воно брало участь у стримуючій дії порохів, асиміляції вуглецю, диханні та транспірації. Плоди лимона, оброблені хітозаном мали в 1,25–1,74 рази вищу щільність, порівняно із необробленими [9, 10].

Хітозан успішно використовується як харчова упаковка, а через біосумісність та біорозкладальність його застосовують для обробки полуниці, цитрусових, банану, винограду [12, 13].

Тому перспективним для пакування плодоовочевої продукції є полісахаридні композиції на основі хітозану, альгінату, карагенану. У майбутньому очікується збільшення виробництва біопакетів, які зможуть повністю замінити синтетичну упаковку.

Мета дослідження – визначити вплив обробки композиції хітозану та саліцилової кислоти на фізичні

Василишина О. В.

показники плодів вишні протягом зберігання.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили протягом 2016–2019 років з плодами вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка, вирощених на дослідній станції помології імені Л. П. Симиренка ІС НААН. Дереву утримували під чорним паром.

Плоди з 5 дерев кожного сорту та виду обробки за день до збирання врожаю обприскували за варіантами:

- без обробки (контроль);
- 100 мг/л розчином саліцилової кислоти;

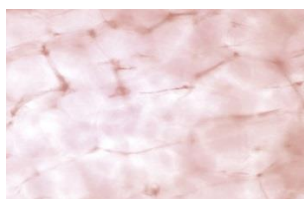
- 1 % розчином хітозану;
- 1 % розчином хітозану з 100 мг/л саліцилової кислоти.

Знімали з дерев і чотирьох різних місць крони у споживчій стадії стиглості, кожного сорту та виду обробки, закладали в ящики № 5 вагою 5 кг на зберігання при

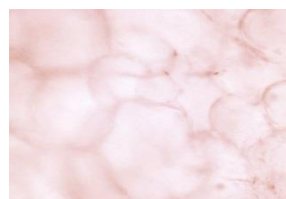
температурі $1 \pm 0,5$ °С та відносній вологості повітря 95 ± 1 %. Повторність досліду триразова.

Протягом зберігання проводили вивчення мікроструктури плодів на мікроскопі “Micromed XS 2610”. Щільність визначали цифровим пенетрометром (Fruit penetrometer GY-4) із діаметром стержня 1–2 мм, вимірювання проводили із 2 протилежних сторін із 30 плодів одного сорту [14]. Облік природних втрат маси – методом фіксованих проб шляхом зважування плодів на вагах (ТВЕ-0.3-0.005-а).

Результати дослідження і їх обговорення. Проведеними дослідженнями з вивчення мікроструктури, оброблених плодів полісахаридними композиціями з'ясовано, що попередня обробка плодів вишні перед зберіганням значно вплинула на їх внутріклітинну структуру (рис. 1).



Контроль



100 мг/л розчин саліцилової кислоти



1% розчин хітозану



1% розчин хітозану та 100 мг/л саліцилової кислоти

Рис. 1 Мікроструктура плодів вишні, попередньо оброблених полісахаридними композиціями

Василишина О. В.

Дослідження мікроструктури плодів вишні, оброблених полісахаридними композиціями, показали, що мезокарпій плодів значно відрізняється від контролю. Полісахаридне покриття утворює напівпроникний шар, що сприяє зниженні втрат вологи, інтенсивності дихання, сповільненні фізіолого-біохімічних процесів та втрати маси плодів.

У плодах вишні, оброблених саліциловою кислотою з хітозаном, міжклітинні стінки насичуються розчином та стають більш стійкими до умов навколишнього середовища. Найбільш помітні зміни зафіксовано в мезокарпії плодів вишні, оброблених 100 мг/л саліциловою кислотою з 1 % хітозаном. Також зміну структури плоду після обробки полісахаридними композиціями відмічали і інші дослідники Z. Youzuo та ін. [15].

Одним із основних показників якості плодів вишні протягом зберігання є щільність. Яка залежить від тургору клітинних стінок і пов'язана із переходом протопектину у розчинний пектин [16, 17].

Щільність плодів є основним фактором, що визначає термін їх зберігання. Пом'якшення плодів є

результатом дезактивації ферментів, які руйнують клітинні стінки, таких як пектиназа, метилестераза, полігалактуроназа, каталаза. За даними Н. Zeraatgar (2018) та ін. найвищу твердість мали плоди жужуби, попередньо оброблені саліциловою кислотою 2 та 4 кг/см² (4,08 та 4,06 Н), тоді як найнижчий показник був в контролі 3,6 кг/см² [18].

Дані досліджень отриманих Т. Nasrin підтверджують те, що щільність суниці протягом 9 днів зберігання знизилась на 50 %. За обробки розчином хітозану вона зменшилась на 18,4 % [19]. Протягом зберігання щільність залежала від сорту та виду обробки. За обробки 1 % розчином хітозану після 9 днів зберігання зменшилась на 28,5–31,6 %. Тоді як обробка 2 % розчином хітозану дала змогу знизити її втрати на 6,25–11,96 %.

Обробка полісахаридними композиціями плодів вишні перед зберіганням позитивно вплинула на їх щільність протягом зберігання (рис.2).

Щільність плодів залежала від сорту та для плодів вишні сорту Альфа і Пам'ять Артеменка складала 2,57 та 2,23 кг/см².

Василишина О. В.

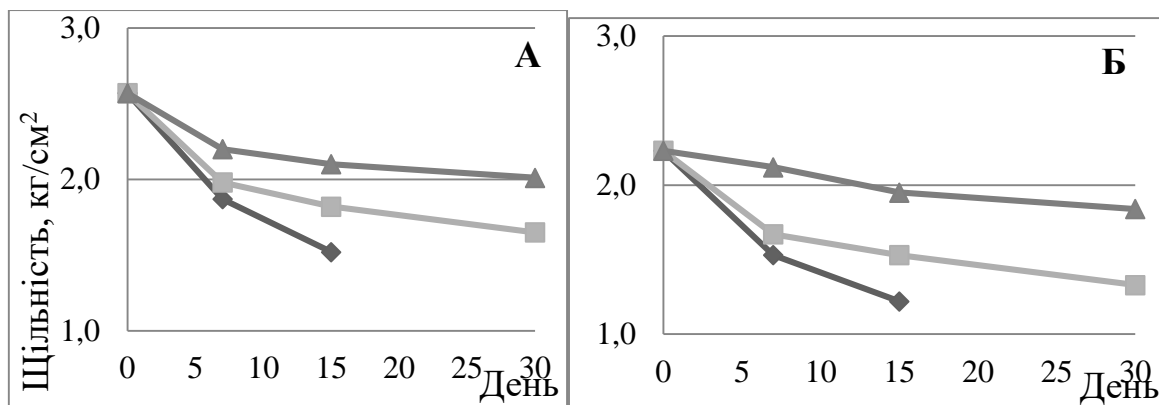


Рис. 2 Динаміка щільності плодів вишні сорту (А) Альфа та (В) Пам'ять Артеменка за обробки розчином саліцилової кислоти з хітозаном протягом зберігання (НІР05 = 0,2) (2016–2019 рр)

◆ — контроль;
 ■ — 100 мг/л розчин саліцилової кислоти;
 ▲ — 1% хітозану та 100 мг/л розчин саліцилової кислоти.

Протягом всього періоду зберігання через деградацію клітинних стінок вона знижувалась е контролі на 40,8 % та 45,2 %. Водночас у плодах вишні, попередньо оброблених саліциловою кислотою, втрати були меншими і складали 29,2 та 31,4 %. Найвищу твердість мали плоди вишні, попередньо оброблені

1 % розчином хітозану з саліциловою кислотою, де її зниження становило 18,2 % та 12,6 %.

Разом із зміною щільності протягом зберігання знижувались і втрати маси. Для плодів вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка вони знаходились на рівні 5,4–5,7 % (рис. 3).

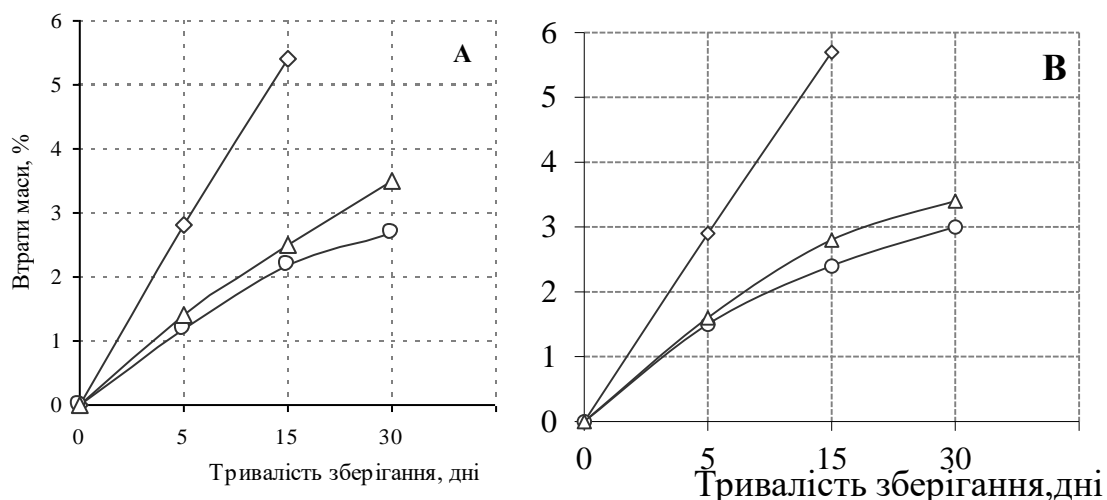


Рис. 3 Втрати маси плодів вишні сортів А) Альфа та В) Пам'ять Артеменка протягом зберігання (НІР 05 = 0,4)

◆ — Контроль;
 ○ — 1% хітозану та 100 мг/л розчин саліцилової кислоти;
 ▲ — 100 мг/л розчин саліцилової кислоти.

Василишина О. В.

Попередня обробка плодів вишні розчином саліцилової кислоти дала змогу зменшити втрати маси до 3,5–3,4 %, а з додаванням до саліцилової кислоти розчину хітозану – на 2,7–3 %. Так, як на поверхні плодів утворюється напівпроникна плівка, яка запобігає втратам вологи та знижує інтенсивність дихання, що також у своїх дослідженнях зазначають і Z. Youzuo, Z. Meiling., Y. Huqing [15, 20].

Висновки і перспективи. Таким чином, попередня обробка плодів вишні 100 мг/л саліциловою кислотою з 1 % хітозаном суттєво вплинула на мікроструктуру мезокарпію.

Список використаних джерел

- Li L., Zhao W., Feng X., Chen L., Zhang L., Zhao L. Changes in fruit firmness, cell wall composition, and transcriptional profile in the yellow fruit tomato 1 (yft1) Mutant. *Journal agricultural of food chemistry*. 2019. Vol. 67. P. 463–472.
- Hassan B., Chatha S.A.S., Hussain A.I., Zia K.M., Akhtar N. Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2018. Vol. 109. P. 1095–1107.
- Guimaraes A., Abrunhosa L., Pastrana L. M., Cerqueira M. A. Edible films and coatings as carriers of living microorganisms: a new strategy towards. Biopreservation and healthier foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2018. Vol. 17. P. 594–614.
- Maftoonazad N., Badii F. Use of edible films and coatings to extend the shelf life of food products. *Recent patents on food, nutrition & agriculture*. 2009. Vol. 1. P. 162–170.
- Silva A.M., Stamford T.C.M., Souza P.M., Berger L.R.R., Leite M.V., Nascimento A. E., Campos-Takaki G.M. Antifungal activity of microbiological chitosan and coating

Щільність плодів вишні сортів Альфа і Пам'ять Артеменка, після зберігання знизилась на 18,2 % та 12,6 %.

Плоди вишні, попередньо оброблені розчином саліцилової кислоти, мали менші втрати маси на 3,5–3,4 %, а з додаванням до саліцилової кислоти розчину хітозану – на 2,7–3 %.

Перспективою подальших досліджень є визначення фізичних змін плодів вишні різних сортів за попередньої обробки полісахаридними композиціями.

treatment on cherry tomato (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) to post-harvest protection. *International journal of current microbiology and applied sciences*. 2015. Vol. 4(9). P. 228–240.

6. Otoni C. G., Avena-Bustillos R.J., Azeredo H. M. C., Lorevice M. V., Moura M. R., Mattoso L. H. C., McHugh Tara H. Recent advances on edible films based on fruits and vegetables—a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2017. Vol. 16. P. 1151–1169.

7. Alharaty G., Ramaswamy H.S. The effect of sodium alginate-calcium chloride coating on the quality parameters and shelf life of strawberry cut fruits. *Journal of Composites Science*. 2020. Vol. 4. P. 123.

8. Xing Y., Xu Q., Yang S.X., Chen C., Tang Y., Sun S., Zhang L., Che Z., Li X. Preservation mechanism of chitosan-based coating with cinnamon oil for fruits storage based on sensor data. *Sensors* (Basel). 2016. Vol. 16(7). P. 1111.

9. Chen F., Zhang J., Chen C., Kowaleguet M. G., Ban Z., Fei L., Xu C. Chitosan-based layer-by-layer assembly: towards application on quality maintenance of lemon fruits. *Hindawi Advances in polymer technology*. 2020.

Василишина О. В.

10. Kamal I. Edible films and coatings: classification, preparation, functionality and applications- a review. An archive of organic and inorganic chemical sciences. 2019. Vol. 4(2). P. 501–510.

11. Abdipour M., Malekhossini P.S., Hosseinifarahi M., Mohsen R. Integration of UV irradiation and chitosan coating: A powerful treatment for maintaining the postharvest quality of sweet cherry fruit. *Scientia Horticulturae*. 2020. Vol. 264. P. 109197.

12. Nestic A., Cabrera-Barjas G., Dimitrijevic-Brankovic S., Davidovic S., Radovanovic N., Delattre C. Prospect of polysaccharide-based materials as advanced food packaging. *Molecules*. 2020. Vol.25(1). P. 135.

13. Paul S.K., Sarkar S., Sethi L.N., Ghosh S.K. Development of chitosan based optimized edible coating for tomato (*Solanum lycopersicum*) and its characterization. *Journal of food science and technology*. 2018. Vol. 55. P. 2446–2456.

14. Найченко В.М. Практикум з технології зберігання і переробки плодів та овочів. Київ: Школяр, 2001. 211 с.

15. Youzuo Z., Meiling Z., Huqing Y. Postharvest chitosan-g-salicylic acid application alleviates chilling injury and preserves cucumber fruit quality during cold storage. *Food chemistry*. 2015. Vol.174. P.558–563.

16. Petriccione M., De Sanctis F., Pasquariello M.S., Mastrobuoni F., Rega P., Scortichini P., Mencarelli F. The effect of chitosan coating on the quality and nutraceutical traits of sweet cherry during postharvest life. *Food Bioprocess Technology*. 2015. Vol. 8. P. 394–408.

17. Lin M.G., Lasekan O., Saari N., Khairunniza-Bejo S. Effect of chitosan and carrageenan-based edible coatings on post-harvested longan (*Dimocarpus longan*) fruits. *Journal of Food*. 2018. Vol. 16(1). P. 490–497.

18. Zeraatgar H., Davarynejad G.H., Moradinezhad F., Abedi B. Effect of salicylic acid and calcium nitrate spraying on qualitative properties and storability of fresh jujube fruit (*Ziziphus jujube* Mill.). *Notulae Botanicae*

Horti Agrobotanici. 2018. Vol. 46(1). P. 138–147.

19. Nasrin T.A.A., Rahman M.A., Hossain M.A., Islam M.N., Arfin M.S. Postharvest quality response of strawberries with aloe vera coating during refrigerated storage. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 2017. Vol. 92. P. 1–8.

20. Василишина О.В. Зміна якості плодів вишні за попередньої обробки полісахаридними композиціями протягом зберігання. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. №3. С.13–20.

References

1. Li, L., Zhao, W., Feng, X., Chen, L., Zhang, L., Zhao, L. (2019). Changes in fruit firmness, cell wall composition, and transcriptional profile in the yellow fruit tomato 1 (yft1) Mutant. *Journal agricultural of food chemistry*, 67, 463–472. <http://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b04611>.

2. Hassan, B., Chatha, S.A.S., Hussain, A.I., Zia, K.M., Akhtar, N. (2018). Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 109, 1095–1107.

3. Guimaraes, A., Abrunhosa, L., Pastrana, L. M., Cerqueira, M. A. (2018). Edible films and coatings as carriers of living microorganisms: a new strategy towards. Biopreservation and healthier foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17, 594–614. <http://doi.org/10.1111/1541-4337.12345>.

4. Maftoonazad, N., Badii, F. (2009). Use of edible films and coatings to extend the shelf life of food products. *Recent patents on food, nutrition & agriculture*, 1, 162–170. <http://doi.org/10.2174/2212798410901020162>.

5. Silva, A.M., Stamford, T.C.M., Souza, P.M., Berger, L.R.R., Leite, M.V., Nascimento, A. E., Campos-Takaki, G. M. (2015). Antifungal activity of microbiological chitosan and coating treatment on cherry tomato (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) to post-harvest protection. *International journal of current microbiology and applied sciences*, Vol. 4(9), 228–240.

6. Otoni, C.G., Avena-Bustillos, R.J., Azeredo, H. M. C., Lorevice, M.V., Moura,

Василишина О. В.

- M.R., Mattoso, L.H.C., McHugh, Tara H. (2017). Recent advances on edible films based on fruits and vegetables—a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16, 1151–1169. <http://doi.org/10.1111/1541-4337.12281>.
7. Alharaty, G., Ramaswamy, H.S. (2020). The effect of sodium alginate-calcium chloride coating on the quality parameters and shelf life of strawberry cut fruits. *Journal of Composites Science*, 4, 123. <http://doi.org/10.3390/jcs4030123>
8. Xing, Y., Xu, Q., Yang, S.X., Chen, C., Tang, Y., Sun, S., Zhang, L., Che, Z., Li, X. (2016). Preservation mechanism of chitosan-based coating with cinnamon oil for fruits storage based on sensor data. *Sensors (Basel)*, 16(7), 1111. <http://doi.org/10.3390/s16071111>.
9. Chen, F., Zhang, J., Chen, C., Kowaleguet, M. G., Ban, Z., Fei, L., Xu, C. (2020). Chitosan-based layer-by-layer assembly: towards application on quality maintenance of lemon fruits. *Hindawi Advances in polymer technology*. <http://doi.org/10.1155/2020/7320137>.
10. Kamal, I. (2019). Edible films and coatings: classification, preparation, functionality and applications- a review. *An archive of organic and inorganic chemical sciences*, 4(2), 501–510. <http://doi.org/10.32474/AOICS.2019.04.000184>
11. Abdipour, M., Malekhossini, P.S., Hosseinfarahi, M., Mohsen, R. (2020). Integration of UV irradiation and chitosan coating: A powerful treatment for maintaining the postharvest quality of sweet cherry fruit. *Scientia Horticulturae*, 264, 109197. <http://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109197>.
12. Nestic, A., Cabrera-Barjas G., Dimitrijevic-Brankovic, S., Davidovic, S., Radovanovic, N., Delattre, C. (2020). Prospect of polysaccharide-based materials as advanced food packaging. *Molecules*, 25(1), 135. <http://doi.org/10.3390/molecules25010135>.
13. Paul, S.K., Sarkar, S., Sethi, L.N., Ghosh, S.K. (2018). Development of chitosan based optimized edible coating for tomato (*Solanum lycopersicum*) and its characterization. *Journal of food science and technology*, 55, 2446–2456 <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3162-6>.
14. Najchenko, V.M. (2001). *Praktikum z tehnologii zberirannja i pererobki plodiv ta ovochiv* [Workshop on the preservation and processing of fruits and vegetables]. Kyiv: FADA LTD.
15. Youzuo, Z., Meiling, Z., Huqing, Y. (2015). Postharvest chitosan-g-salicylic acid application alleviates chilling injury and preserves cucumber fruit quality during cold storage. *Food chemistry*, 174, 558–563. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.106> FOCH 16791.
16. Petriccione, M., De Sanctis, F., Pasquariello, M.S., Mastrobuoni, F., Rega, P., Scortichini, P., Mencarelli, F. (2015). The effect of chitosan coating on the quality and nutraceutical traits of sweet cherry during postharvest life. *Food Bioprocess Technology*, 8, 394–408. <http://doi.org/10.1007/s11947-014-1411-x>.
17. Lin, M.G., Lasekan, O., Saari, N., Khairunniza-Bejo S. (2018). Effect of chitosan and carrageenan-based edible coatings on postharvested longan (*Dimocarpus longan*) fruits. *CyTA. Journal of Food*, 16(1), 490–497. <http://doi.org/10.1080/19476337.2017.1414078>.
18. Zeraatgar, H., Davarynejad, G. H., Moradinezhad, F., Abedi, B. (2018). Effect of salicylic acid and calcium nitrate spraying on qualitative properties and storability of fresh jujube fruit (*Ziziphus jujube* Mill.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici*. 46(1), 138–147. <http://doi.org/10.15835/nbha46110743>.
19. Nasrin, T.A.A., Rahman, M.A., Hossain, M.A., Islam, M.N., Arfin, M.S. (2017). Postharvest quality response of strawberries with aloe vera coating during refrigerated storage. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 92, 1–8. <http://doi.org/10.1080/14620316.2017.1324326>.
20. Vasylyshyna, O.V. (2020). Zmina jakosti plodiv vishni za poperedn'oi obrobki polisaharidnimi kompozicijami protjagom zberigannja. [Changing the quality of cherry fruits during pre-treatment with polysaccharide compositions during storage]. *Visnik Poltav's'koï derzhavnoi agrarnoi akademii*, 3, 13–20. <http://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.01>.

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОВ ВИШНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБРАБОТКИ ПОЛИСАХАРИДНЫМИ КОМПОЗИЦИЯМИ ПРИ ХРАНЕНИИ

Е. В. Василишина

Аннотация. В настоящее время проблема загрязнения окружающей среды приобрела важное значение, поэтому разработка биоразлагаемых пленок на основе полисахаридных покрытий, которые смогли бы полностью заменить пластик является актуальной. Целью исследований, проводившихся с плодами вишни сортов Альфа и Память Артеменко, выращенных на исследовательской станции pomологии имени Л. П. Симиренко ИС НААН было определить влияние обработки: (100 мг/л) раствором салициловой кислоты; (1 %) хитозана с (100 мг/л) салициловой кислоты; (1 %) хитозана; на физические показатели: микроструктуру, плотность и потери массы плодов вишни при хранении при температуре $1 \pm 0,5$ °C и относительной влажности воздуха 95 ± 1 %.

В результате проведенных исследований установлено, что предварительная обработка плодов вишни 100 мг/л салициловой кислотой и 1 % хитозаном влияет на микроструктуру мезокарпия. Плотность плодов вишни сортов Альфа и Память Артеменко после хранения снизилась на 40,8 % и 45,2 %. В плодах, обработанных салициловой кислотой, потери составляли 29,2 и 31,4 %, а 1 % раствором хитозана с салициловой кислотой – 18,2 % и 12,6 %.

Плоды, предварительно обработанные раствором салициловой кислоты имеют более низкие потери массы на 3,5–3,4 %, а за совместного действия салициловой кислоты и хитозана – 2,7–3 %. Перспективой дальнейших исследований является определение физических изменений плодов вишни разных сортов предварительно обработанных раствором салициловой кислоты с хитозаном.

Ключевые слова: физические показатели, микроструктура, плотность, потери массы, плоды вишни

CHANGE OF PHYSICAL INDICATORS OF CHERRY FRUIT DEPENDING ON TREATMENT BY POLYSACCHARIDE COMPOSITIONS DURING STORAGE

O. V. Vasylyshyna

Abstract. Currently, the problem of environmental pollution has become important, so the development of biodegradable films based on polysaccharide coatings, which could completely replace plastic is relevant. The purpose of research conducted with cherries of the varieties Alpha and Memory Artemenko, grown at the research station of pomology named after LP Simirenko IS NAAS – to establish the effect of treatment (100 mg/l) with a solution of salicylic acid; (1 %) chitosan with (100 mg/l) salicylic acid; (1 %) chitosan; on physical indicators: microstructure, density and weight loss of cherry fruits during storage at a temperature of 1 ± 0.5 °C and relative humidity of 95 ± 1 %.

Василишина О. В.

As a result of the conducted researches it was established that pre-treatment of cherry fruits with 100 mg/l with salicylic acid and 1 % chitosan affected the microstructure of mesocarp. The density of cherries of the varieties Alpha and Memory Artemenko, after storage decreased by 40.8 % and 45.2 %. In fruits treated with salicylic acid, the losses were 29.2 and 31.4 %, and 1 % solution of chitosan with salicylic acid – 18,2 % and 12,6 %.

Fruits pre-treated with a solution of salicylic acid have a lower weight loss of 3,5–3,4 %, and with the combined action of salicylic acid and chitosan – 2,7–3,0 %. The prospect of further research is to determine the physical changes of cherry fruits of different varieties by pre-treatment with a solution of salicylic acid and chitosan.

Key words: *physical indicators, microstructure, density, weight loss, cherry fruits*

**ФОРМУВАННЯ НАДЗЕМНОЇ МАСИ ТА ВРОЖАЙНОСТІ ЗЕРНА
СОРТАМИ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО В УМОВАХ
ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ ПІД ВПЛИВОМ БІОПРЕПАРАТІВ**

В. В. ГАМАЮНОВА, доктор сільськогосподарських наук, професор

А. О. КУВШИНОВА, аспірант

Миколаївський національний аграрний університет

E-mail: gamajunova2301@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.01.006>

***Анотація.** У статті висвітлено особливості вирощування культури ячменю озимого у зоні Південного Степу України та його значення в зерновому балансі держави. Обґрунтовано вплив біологічних особливостей культури та змін кліматичних умов на продуктивність ячменю озимого у різні за погодними чинниками роки вирощування.*

Наведено результати досліджень, проведених упродовж 2016-2019 рр. на чорноземі південному в Навчально-науково-практичному центрі МНАУ з чотирма сортами ячменю озимого. Дослідження присвятили удосконаленню живлення культури на засадах ресурсозбереження шляхом застосування сучасних біопрепаратів у основні періоди вегетації рослин ячменю озимого для позакореневих обробок посіву сортів, що взяті на вивчення.

Дослідженнями визначено вплив різних видів біопрепаратів та строку проведення підживлень на процеси росту і розвитку рослин ячменю озимого, формування продуктивності у розрізі сортів, елементів технології і років вирощування, які різнилися за кліматичними умовами.

Встановлено позитивний вплив застосування біопрепаратів на ростові процеси рослин та врожайність зерна ячменю озимого, визначено найбільш продуктивні сорти, кращі біопрепарати та строки проведення позакореневих підживлень.

***Ключові слова:** ячмінь озимий, сорти, біопрепарати, позакореневі підживлення, біомаса рослин, урожай зерна*

Вступ. Південь України є зоною вирощування високоякісних хлібів усіх зернових культур, у т.ч. і ячменю озимого. Від цього залежить економічний стан окремих господарств і держави загалом.

Ячмінь є одним з найпоширеніших хлібних злаків у світі. Значна частина посівів цієї культури зосереджена у зоні Степу,

яка характеризується недостатнім зволоженням та високим температурним режимом, а негативне варіювання погодних умов призводить до суттєвого зниження та значного недобору рівня врожаю зерна. Ці складові клімату в останні роки посилюються у бік посушливості та зростання температур.

Однією з головних причин низької реалізації генетичного потенціалу сучасних сортів ячменю озимого є недостатня обґрунтованість найбільш важливих технологічних прийомів адаптації рослин до несприятливих умов середовища упродовж вегетаційного періоду, що посилюється існуючою соціально-економічною кризою.

Вирішити дану проблему можливо шляхом оптимізації живлення рослин, як основного з елементів технології, адже відомо, що живлення сільськогосподарських культур після вологи виступає другим лімітуючим фактором. Лише за такого підходу досягають сталих рівнів урожайності та відповідно високих показників їх якості, найвищої окупності добрив, найнижчої собівартості одиниці виробленої продукції [1]. Однак оптимізація живлення рослин основними макро – і мікроелементами впродовж вегетації не є легким завданням, бо пов'язане воно зі складними та часто непередбачуваними процесами, які відбуваються у ланці: ґрунт - погодні умови - живлення - рослина.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Останніми роками значних змін зазнають погодні умови, що перш за все полягає у різких коливаннях температури повітря, нерівномірності випадання опадів упродовж року та вегетаційного періоду сільськогосподарських

культур, інших несприятливих явищ для аграрного виробництва [2,3].

Однією з причин нестабільності сільськогосподарської землеробської галузі України і особливо в регіоні південного Степу, який відомий як зона ризикованого землеробства, можуть стати інтенсивні і тривалі посухи. Як визначено дослідниками, негативні наслідки потепління клімату зумовлюють скорочення обсягів вирощування зернових культур на 15-30% [4].

У житті рослин надзвичайно важливу роль відіграє їх живлення. В умовах Південного Степу України воно виступає другим за важливістю фактором, а першим лімітуючим, як вже зазначали, виступає забезпеченість рослин вологою. Удосконалені елементи технології вирощування сільськогосподарських культур базуються на використанні нових видів добрив і сучасних підходів до їх застосування. Оптимальне живлення рослинних організмів у сполученні з раціональними підходами до ефективного застосування добрив за зменшення навантаження на довкілля дозволить підвищити рівні врожайності та поліпшити якість сільськогосподарської продукції, зокрема і зерна [5].

Адаптація елементів технології будь-якої сільськогосподарської культури до погодних факторів упродовж вегетаційного періоду є досить важливою та необхідною

Гамаюнова В. В., Кувшинова А. О.

умовою у сучасних технологіях її вирощування. Урожайність культур дуже сильно залежить від погодних умов року вирощування і у зонах ризикованого землеробства вона може істотно змінюватися та варіювати за роками. Тому при удосконаленні основних складових елементів технології вирощування ячменю озимого доцільно встановити зв'язок "погода - урожай" не тільки для запобігання або пом'якшення дії несприятливих погодних чинників запровадженням ефективних агротехнічних прийомів, але і для більш повного використання природного потенціалу [6].

Адаптація елементів технології вирощування ячменю озимого до конкретних умов є виключно актуальною для сучасного стану господарювання, оскільки дозволяє не тільки повніше задовольняти потреби рослин, але й одержувати максимально можливу продуктивність за мінімальних затрат енергетичних та матеріальних ресурсів за одночасного збереження навколишнього середовища.

Ячмінь озимий має значний потенціал урожайності. Дозріває раніше, ніж ячмінь ярий, приблизно на 10-12 днів та є менш вибагливим до родючості, найкраще реагує на ґрунти з нейтральною або слабколужною реакцією ґрунтового розчину. Зазначене є досить важливим, адже незалежно від ґрунтових відмін і вимог, ячмінь озимий раніше звільняє

поле, яке можливо більш якісно підготувати для сівби наступних культур.

Суттєвим недоліком ячменю озимого є невисока зимостійкість: він часто ушкоджується взимку, знижує продуктивність, а в деякі роки залежно від стану посіву рослин його доводиться пересівати. У зв'язку з цим виникає необхідність у підвищенні зимостійкості цієї культури, поліпшенні стану дещо ослаблених за зимовий період рослин шляхом розробки заходів, що посилюють стійкість культури до несприятливих умов середовища [6].

Зокрема однією з причин вимерзання кореневої системи рослин ячменю озимого може стати недостатній їх розвиток в осінній період. За такого стану у багатьох рослин коренева система встигає розвинути дуже слабо і від впливу навіть невеликих морозів може вимерзати. Коренева система здатна відмирати і весною, коли у період весняної вегетації ґрунт значно висихає й дують сильні вітри, опади не випадають, а температура знижується. Глобальні кліматичні зміни у південних регіонах України зумовлюють тривалі весняні посухи, які істотно зменшують ефективність проведених підживлень посівів ячменю озимого у період відновлення вегетації. Саме тому першочерговим заходом після відновлення весняної вегетації озимини є підтримка у покращенні живлення рослин у т.ч. і

Гамаюнова В. В., Кувшинова А. О.

шляхом застосування біопрепаратів, які рекомендовані для проведення кореневих та позакорневих підживлень зернових культур [5,7].

Застосування природних і синтетичних регуляторів росту рослин, які діють аналогічно фітогормонам, є одним із сучасних заходів підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Слід зазначити, що ці препарати є екологічно безпечними і позитивно впливають на мікрофлору ґрунту, стимулюють проростання насіння, сприяють інтенсифікації фізіологічних і біохімічних процесів в органах рослин, активізують їх ріст і розвиток, прискорюють процеси цвітіння і достигання, в кінцевому підсумку підвищують продуктивність культур.

Важливим аспектом дії регуляторів росту є підвищення стійкості рослин до несприятливих факторів навколишнього середовища – високих та низьких температур, нестачі вологи, фітотоксичної дії пестицидів, пошкодження шкідниками та ураження хворобами, що сприяє значному підвищенню врожайності та поліпшенню якості продукції [8].

Найбільш ефективними і економічно вигідними способами застосування регуляторів росту є передпосівна обробка насіння і проведення позакорневих підживлень вегетуючих рослин у основні періоди вегетації.

Потрапляючи на поверхню листка, рістрегулюючі речовини проникають у його тканини і одразу включаються в біохімічні реакції обміну в рослині. Даний захід у період формування репродуктивних органів посилює забезпечення сільськогосподарських культур мікроелементами та формування сталих рівнів урожайності у т.ч. і зерна ячменю озимого. До того ж воно буде містити оптимальну кількість для кожного сорту, який вирощують, білка, амінокислот та вітамінів відповідно біологічним особливостям культури [9].

Для озимих зернових культур і ячменю зокрема, виключно важливими є умови перезимівлі. Відоме для цього значення живлення рослин, яке досить істотно впливає на накопичення ними цукрів, саме вони забезпечують сприятливий стан рослин упродовж зими. Для накопичення достатньої кількості загальних цукрів у вузлах кушення рослинам озимих культур необхідно забезпечити оптимальні умови живлення вже з осені [10]. Цьому сприяють і біопрепарати, які покращують живлення рослин й забезпечують та посилюють утворення вуглеводів. Дослідженнями А.В. Черенкова із співавторами встановлено, що за пізньої сівби ячменю озимого він накопичує меншу кількість цукрів, порівняно з ранніми строками, проте і витрачання їх більшою мірою

Гамаюнова В. В., Кувшинова А. О.

відбувається у рослин ранніх строків сівби внаслідок тривалішої вегетації восени до входу в зиму [11].

Для нормального росту й розвитку озимини як у осінній, так і зимовий періоди (для ячменю озимого зокрема), на думку авторів дуже важливо визначити строки сівби та правильно дібрати морозостійкі сорти [11,12].

За проведення досліджень навіть з пшеницею озимою, яка є більш стійкою до умов перезимівлі, ніж ячмінь, у роки з суворими зимами недобір урожаю зерна сортів з середньою стійкістю порівняно з морозостійкими досягає 17,4-25,5%, а низько зимостійких – 53,0- 89,7% [13].

Саме недостатня зимостійкість ячменю озимого обмежує площі під цією культурою, адже рослини витримують зниження температури повітря і ґрунту на глибині залягання вузла кущення лише до мінус 11-13°[14]. За цією ознакою та враховуючи, що кожен другий рік виявляється несприятливим через слабку здатність до перезимівлі та високий рівень вимерзання ячменю озимого, дослідники рекомендують відводити під нього лише 3-5% від загальної площі під озимими культурами [6].

За проведення досліджень в умовах Південного Степу України з трьома сортами ячменю озимого впродовж 2015-2017рр., авторами визначено, що строки сівби досить

істотно впливають на тривалість проростання насіння, кількість схожих рослин на одиниці площі; адже вирішальним фактором для проростання насіння є наявність вологи в ґрунті та тепловий режим у цей період [15]. Від тривалості осіннього розвитку рослин ячменю озимого та забезпеченості їх елементами живлення залежить скільки вони зможуть синтезувати пластичних речовин, які саме і визначають їх стійкість до несприятливих умов упродовж зими і послідуєчого весняно-літнього періоду вегетації. Отже боротьба за рівень урожаю зерна ячменю озимого починається одразу після сівби. При цьому важливими є всі елементи технології вирощування культури.

Свої дослідження ми присвятили добору адаптованих до умов зони сортів ячменю озимого та розробці сучасних ресурсозберігаючих підходів до їх живлення за проведення сівби в найбільш оптимальні рекомендовані строки для Степового регіону.

Методика досліджень. З метою визначення ефективності сучасних біопрепаратів нами були проведені дослідження в умовах Південного Степу України у період 2016-2019 рр. з чотирма сортами ячменю озимого. Взяті на вивчення сорти висівали в оптимальні для даної кліматичної зони терміни. Дослідження проводили в Навчально-науково практичному центрі Миколаївського

Гамаюнова В. В., Кувшинова А. О.

НАУ. Агротехніка вирощування культури в досліді була загальноприйнятною та відповідною рекомендаціям для зони Південного Степу України, окрім факторів, що взяті на вивчення. Грунт дослідних ділянок - чорнозем південний, що має середню забезпеченість рухомими елементами живлення, вміст гумусу в шарі ґрунту 0-30 см складає 2,9-3,2%, рН-6,8-7,2. Схема досліду включала наступні варіанти: Фактор А – сорт: 1. Достойний; 2. Валькірія; 3. Оскар; 4. Ясон; Фактор В – позакореневі підживлення: 1. Контроль (обробка водою); 2. Азотофіт; 3. Мікофренд; 4. Меланоріз; 5. Органік-баланс. Дослідження з останнім провели впродовж 2018 та 2019 рр. Норма використання препаратів складала 200 г/га, а робочого розчину 200 л/га. Позакореневі листові підживлення ячменю озимого проводили одноразово у фазу весняного кушення

та двічі за вегетацію, окрім кушення ще й на початку виходу рослин у трубку.

Площа посівної ділянки 72м² облікової - 30 м², повторність досліду чотириразова. Попередником ячменю озимого був горох.

Виклад основного матеріалу. Дослідженнями визначено, що рослини ячменю озимого, позитивно реагували на застосування рістрегулюючих речовин. Одразу після проведення позакорневих підживлень стан рослин ячменю озимого істотно покращувався, зокрема посилювався їх ріст у висоту (табл.1).

Із досліджуваних біопрепаратів найменше на висоту всіх сортів ячменю озимого впливав Меланоріз. Встановлено, що значно ефективнішими за впливом на ріст рослин ячменю озимого у висоту виявились біопрепарати Органік-баланс та Азотофіт.

1. Вплив позакорневих підживлень сучасними рістрегулюючими речовинами на висоту рослин ячменю озимого (середнє за 2017-2019 рр.), см

Сорти (фактор А)	Варіант живлення (фактор В)	Фази вегетації					
		кушення	вихід у трубку	колосіння		повна стиглість	
1	2	3	4	5	6	7	8
Достойний	Контроль (обробка водою)	21,2	I	I	I+II	I	I+II
	Азотофіт		62,5	99,8	99,9	102,0	102,4
	Мікофренд	-	64,1	101,8	102,2	103,1	103,4
	Меланоріз	-	63,6	100,8	101,3	102,3	102,9
	Органік-баланс*	-	62,8	100,1	100,5	102,1	102,5
Валькірія	Контроль (обробка водою)	22,7	65,0	101,7	102,7	104,1	104,5
	Азотофіт		64,6	101,4	101,6	103,2	103,7
	Мікофренд	-	66,2	102,5	102,8	104,4	104,7
	Меланоріз	-	65,5	102,2	102,4	103,9	104,1
	Органік-баланс*	-	65,0	101,6	102,0	103,3	103,7
			66,9	103,0	103,3	104,9	105,3

Продовження табл. 1							
1	2	3	4	5	6	7	8
Оскар	Контроль (обробка водою)	19,5	66,0	105,7	105,9	107,7	108,1
	Азотофіт	-	68,0	107,5	107,8	109,1	109,5
	Мікофренд	-	67,6	106,7	107,4	108,6	109,3
	Меланоріз	-	66,6	106,1	106,4	107,9	108,2
	Органік-баланс*	-	68,6	107,8	108,2	109,3	109,6
Ясон	Контроль (обробка водою)	20,8	70,0	114,3	114,7	116,6	117,1
	Азотофіт	-	71,2	117,0	117,3	118,1	118,6
	Мікофренд	-	70,3	116,3	116,7	110,8	117,8
	Меланоріз	-	70,0	115,8	116,2	116,9	117,2
	Органік-баланс*	-	72,0	117,2	117,5	118,7	119,1

Примітка: Проведення позакореневих підживлень рістрегулюючими препаратами:

I- у фазу весняного кушення;

I+II- у фази кушення та на початку виходу рослин у трубку

*дані досліджень за 2018-2019 рр.

Під впливом застосування підживлень рістрегуляторами двічі за проведення їх у фази кушення і на початку виходу рослин у трубку, рослини формували дещо більшу висоту. З аналогічною залежністю росту у висоту, рослини ячменю озимого накопичували надземну біомасу (табл.2).

Нами визначено, що взяті на вивчення сорти ячменю озимого

позитивно реагували на застосування усіх досліджуваних біопрепаратів, проте найбільш істотно на Азотофіт та Органік-баланс.

З найменшою інтенсивністю накопичення надземної біомаси рослин усіх сортів ячменю озимого відбувалося під впливом обробки рослин Мікофрендом і Меланорізом, хоч вони також посилювали процес її наростання.

2. Наростання сирі надземної біомаси рослинами сортів ячменю озимого залежно від позакореневих підживлень сучасними рістрегулюючими речовинами (середнє за 2017-2019рр.), г/м²

Сорт (фактор А)	Варіант живлення (фактор В)	Фази розвитку рослин						
		кущенн я	вихід у трубку		колосіння		повна стиглість зерна	
			I	I+II	I	I+II	I	I+II
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Достойний	Контроль	1317	2587	2601	3361	3589	2038	2181
	Азотофіт	1373	2682	2798	3835	4312	2243	2370
	Мікофренд	1347	2615	2732	3583	4103	2177	2309
	Меланоріз	1341	2603	2721	3551	4074	2157	2301
	Органік-баланс*	1382	2696	2809	3841	4331	2247	2374
Валькірія	Контроль	1311	2576	2623	3470	3508	2106	2197
	Азотофіт	1368	2670	2807	3607	4311	2198	2343
	Мікофренд	1344	2594	2721	3493	4182	2131	2348
	Меланоріз	1337	2585	2703	3488	4079	2194	2309
	Органік-баланс*	1375	2682	2815	3628	4332	2205	2347

Продовження табл. 2								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Оскар	Контроль	1272	2493	2608	3212	3321	2148	2185
	Азотофіт	1387	2572	2689	3414	4093	2171	2197
	Мікофренд	1344	2504	2629	3247	3878	2193	2119
	Меланоріз	1323	2501	2623	3241	3860	2136	2093
	Органік-баланс*	1398	2603	2715	3427	4104	2188	2211
Ясон	Контроль	1197	2427	2492	3197	3257	1935	1973
	Азотофіт	1234	2503	2627	3303	3797	1947	2093
	Мікофренд	1209	2475	2564	3215	3734	1983	2092
	Меланоріз	1203	2468	2543	3178	3701	1947	2084
	Органік-баланс*	1237	2510	2683	3381	3805	1964	2115

Примітка: Проведення позакоренових підживлень рістрегулюючими препаратами:

I- у фазу весняного кущення;

I+II- у фази кущення та на початку виходу рослин у трубку

*дані досліджень за 2018-2019 рр.

Максимальних значень утворена біомаса рослин сортів ячменю озимого досягла на період колосіння,

що можна простежити за ілюстрацією рис.1.

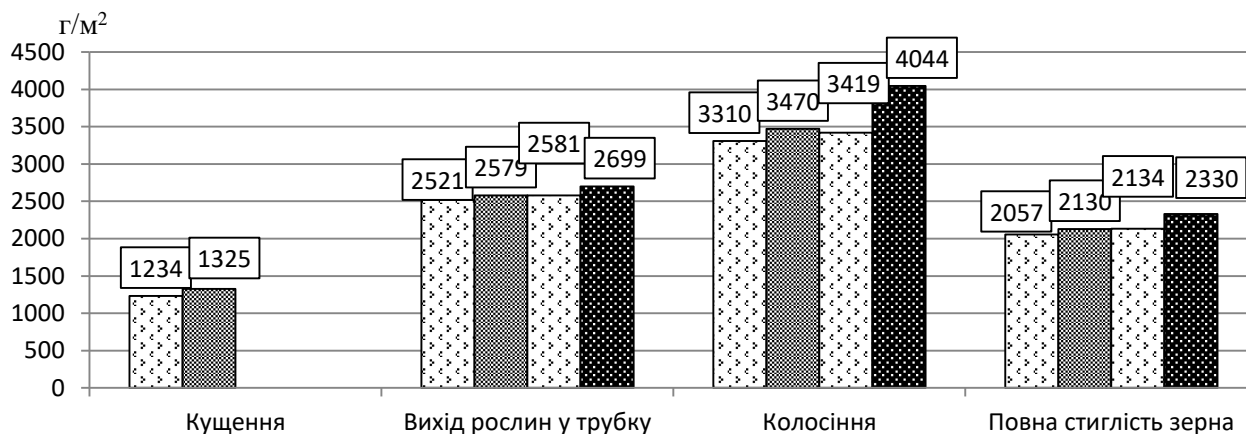


Рис.1 Динаміка накопичення надземної біомаси рослинами ячменю озимого (середнє за 2017-2019 рр. по сортах і препаратах), г/м²

Примітки: □ Контроль (обробка водою)

▨ Обробка рослин досліджуваними препаратами у фазу весняного кущення

■ Обробка рослин досліджуваними препаратами у фази кущення та початку виходу рослин у трубку

Інтенсивність наростання її була найбільш значною від фази кущення до виходу рослин у трубку та колосіння, а вже до періоду досягання зерна цей показник суттєво зменшується через підсихання рослин на завершення вегетації. Нашими дослідженнями

встановлено, що незалежно від фази визначення надземної біомаси, більше її накопичували рослини сортів ячменю озимого, які оброблені рістрегулюючими речовинами й особливо за проведення цього заходу двічі за вегетацію – у фази кущення та виходу рослин у трубку. Так, якщо у

Гамаюнова В. В., Кувшинова А. О.

контрольному варіанті за обробки рослин водою у фазу колосіння сирої надземної біомаси у середньому по сортах накопичено 3310 г/м², за проведення позакореневого листкового підживлення біопрепаратами у фазу куцнення її кількість зросла до 3470, а дворазової обробки – ще й у період виходу рослин у трубку – до 4044 г/м², або в

останньому варіанті досліда кількість біомаси рослин збільшилася на 22,5% порівняно з контролем.

Практично з такою ж аналогічною залежністю кількості накопиченої надземної біомаси змінювався і рівень урожайності зерна досліджуваних сортів ячменю озимого (табл. 3).

3. Урожайність зерна досліджуваних сортів ячменю озимого під впливом рістрегулюючих препаратів, т/га

Сорт (фактор А)	Варіант живлення (фактор В)	2017р.	2018р.	2019р.	2017-2019 рр.
1	2	3	4	5	6
Достойний	Контроль (обробка водою)	4,86	3,16	3,88	3,97
	Азотофіт I	5,26	3,88	4,52	4,55
	Азотофіт I+II	5,59	3,97	4,83	4,80
	Мікофренд I	5,21	3,79	4,27	4,50
	Мікофренд I+II	5,46	3,84	4,50	4,60
	Меланоріз I	4,89	3,59	4,16	4,21
	Меланоріз I+II	4,94	3,64	4,37	4,32
	Органік-баланс I	-	3,91	4,74	4,33
Органік-баланс I+II	-	4,05	5,06	4,56	
Валькірія	Контроль (обробка водою)	4,64	3,22	4,96	4,27
	Азотофіт I	4,93	4,49	5,87	5,10
	Азотофіт I+II	5,24	4,54	6,14	5,31
	Мікофренд I	4,89	4,03	5,64	4,85
	Мікофренд I+II	5,12	4,16	5,88	5,05
	Меланоріз I	4,78	3,54	5,28	4,53
	Меланоріз I+II	4,91	3,86	5,59	4,79
	Органік-баланс I	-	4,75	5,99	5,37
Органік-баланс I+II	-	5,04	6,23	5,63	
Оскар	Контроль (обробка водою)	4,31	3,96	5,20	4,49
	Азотофіт I	4,81	4,54	6,11	5,15
	Азотофіт I+II	5,03	4,64	6,25	5,31
	Мікофренд I	4,54	4,37	5,84	4,92
	Мікофренд I+II	4,87	4,52	6,28	5,22
	Меланоріз I	4,41	4,08	5,73	4,74
	Меланоріз I+II	4,46	4,24	5,88	4,86
	Органік-баланс I	-	4,71	6,17	5,48
Органік-баланс I+II	-	4,91	6,29	5,60	
Ясон	Контроль (обробка водою)	4,09	3,36	4,31	3,92
	Азотофіт I	4,34	3,85	4,94	4,38
	Азотофіт I+II	4,82	4,15	5,26	4,74
	Мікофренд I	4,23	3,78	4,84	4,28

Продовження табл. 3					
1	2	3	4	5	6
	Мікофренд I+II	4,47	3,80	5,01	4,43
	Меланоріз I	4,13	3,59	4,53	4,08
	Меланоріз I+II	4,19	3,96	4,82	4,32
	Органік-баланс I	-	4,26	5,34	4,80
	Органік-баланс I+II	-	4,49	5,49	4,99
НІР ₀₅ , т/га	по фактору А	0,17	0,11	1,19	
	по фактору В	0,14	0,16	0,17	
	по факторах АВ	0,19	0,21	0,21	

Так, у контролі за обробки рослин водою у середньому за три роки досліджень по всіх сортах отримали врожайність зерна на рівні 4,16 т/га, а за проведення позакореневих підживлень досліджуваними препаратами (у середньому по всіх варіантах

підживлень) вона склала 4,80 т/га, тобто зросла на 0,64 т/га або на 15,4%. Зазначимо, що ефективність взятих на вивчення препаратів, кількості обробок та біологічних особливостей сорту істотно різнилась, що можна простежити за даними рисунка 2.

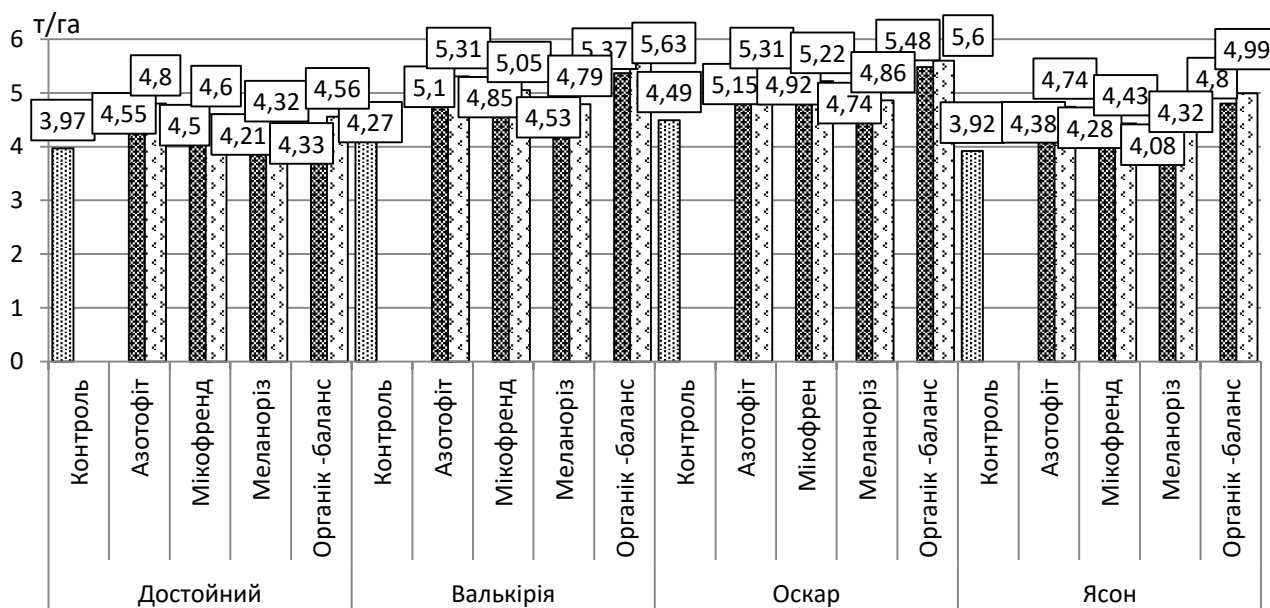


Рис. 2 Урожайність зерна сортів ячменю озимого під впливом оптимізації живлення (середнє за 2017-2019 рр.), т/га

Примітки:
 Контроль (обробка водою)
 у фазу весняного кушення
 у фазу кушення та на початку виходу рослин у трубку

Рисунок 2 ілюструє, що із взятих на дослідження сортів найвищу врожайність у середньому за три роки вирощування сформували Валькірія і Оскар, які виявилися більш

пластичними, а значно нижчу – Достойний та Ясон.

Достойний у 2017 р. забезпечив отримання вищого рівня врожайності

Гамаюнова В. В., Кувшинова А. О.

зерна порівняно з іншими взятими на вивчення сортами ячменю озимого.

Із досліджуваних препаратів більш високою ефективністю вирізнялися Азотофіт і Органік-баланс, менші прирости врожаю від проведення позакореневих підживлень забезпечували Мікофренд і Меланоріз.

Висновки. Дослідженнями, проведеними впродовж 2017-2019 рр. на чорноземі південному в умовах ННПЦ МНАУ, визначено позитивний вплив проведення позакореневих підживлень сучасними рістрегулюючими препаратами рослин ячменю озимого на ростові процеси культури та рівень урожайності зерна. Так, обробка посівів у фазу весняного кущення призводила до збільшення висоти рослин та наростання надземної їх біомаси. Ще більшою мірою зазначені показники зростали від дворазового підживлення, а саме окрім фази кущення ще й у період виходу рослин у трубку. Максимальну кількість сирової надземної біомаси рослинами накопичено у фазу колосіння. Якщо за обробки посіву водою (у контролі) її утворилася 3310 г/м², та у середньому за дворазової обробки по всіх досліджуваних препаратах і сортах цей показник збільшився до 4044 г/м² або на 22,5%. У подальшій вегетації ячменю озимого нагромадження біомаси, навпаки, істотно зменшувалося внаслідок втрати рослинами вологи в період дозрівання

зерна, хоча різниця між обробленими препаратами - посівами та контролем зберігалася.

Визначено, що оптимізація живлення рослин досліджуваних сортів ячменю озимого, позитивно позначилась на рівнях урожайності зерна. Продуктивність істотно різнилась у розрізі сортових особливостей ячменю озимого, рістрегулюючих препаратів, кількості проведених ними позакореневих підживлень та умов року вирощування. Найбільш високу врожайність зерна досліджувані сорти ячменю озимого формували за проведення двох підживлень у фазі весняного кущення та початку виходу рослин у трубку. Отримання максимальних рівнів врожайності забезпечив препарат Органік-баланс на сортах Валькірія 5,63 т/га, а Оскар – 5,60 т/га зерна у варіанті дворазової обробки в середньому за два роки вирощування. Ефективним за здатністю забезпечувати сталі прирости врожаю зерна досліджуваних сортів ячменю озимого визначений і біопрепарат Азотофіт, який порівняно з Органік-балансом забезпечував незначно нижчі рівні врожаю, а по сорту Достойний – навіть вищі, ніж Органік-баланс. Меншою ефективністю у впливі на величину врожаю ячменю озимого вирізнялися препарати Мікофренд і Меланоріз.

Таким чином, за вирощування ячменю озимого в зоні Південного

Гамаюнова В. В., Кувшинова А. О.

Степу України доцільно використовувати сорти Валькірія і Оскар, для оптимізації живлення яких застосовувати проведення позакоренових підживлень

біопрепаратами Органік-баланс або Азотофіт двічі за вегетацію – у період весняного кушення та виходу рослин у трубку.

Список використаних джерел

1. Гамаюнова В. В., Панфілова А. В. Окупність сумісного використання добрив та біопрепаратів на пшениці озимій в Південному Степу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. №1. С. 41-48.

2. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Адаменко Т. І. Агрометеорологічні дослідження в Україні / Український гідрометеорологічний журнал. 2017. № 19. С. 72-81.

3. Гамаюнова В. В. Ефективність зрошення та вплив добрив на використання вологи рослинами і підвищення стійкості землеробства зони Степу. Монографія «Адаптація агротехнологій до змін клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти (за науковою редакцією С.А. Балюка, В.В. Медведєва, Б.С. Носка). Харків: Стильна типографія. 2018. 364 с., С.108-126.

4. Польовий А. М., Кульбіда М. І., Адаменко Т. І., Трофімова І. В. Моделювання впливу зміни клімату на агрокліматичні умови вирощування та фотосинтетичну продуктивність озимої пшениці. Укр. гідрометеорол. журн. 2007. № 2. С. 76-91.

5. Гамаюнова В., Панфілова А., Глушко Т., Смирнова І., Кувшинова А. Значение оптимизации питания в стабильности формирования урожайности зерновых культур в зоне юга Украины. Stiinta Agricola. Аграрная наука. Молдова, 2018. №2. С.24-29. <https://sa.uasm.md/index.php/sa/article/view/611>

6. Рябчун Н. І., Тимчук В. М., Садовой О. О. Формування структури площ озимих зернових культур з урахуванням їх адаптованості до умов середовища. Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. 2015. Випуск 19. С.86-94.

7. Ярчук І. І., Божко В. Ю., Келипенко М. М. Агроекологічні аспекти

формування продуктивності посівів ячменю озимого залежно від мінеральних добрив. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технологічного університету. Кам'янець-Подільський: Подільський державний аграрно-технологічний університет. 2013. Спец. Вип. С. 295–298.

8. Колесніков М. О., Пономаренко С. П. Вплив біостимуляторів Стимпо та Регоплант на продуктивність ячменю ярого. Агробіологія. 2016. №1. С.81-86

9. Nutrient uptake by plants from different land types of Madhupur soil. / Begum K. and et. Bangladesh Journal of Scientific Research. 2015. 28(2). 113-121. URL: <http://doi.org/10/3329/bjsr.v28i2.26782>

10. Задонцев А. И. Приемы возделывания озимой пшеницы в Степи Украины. Повышение зимостойкости и продуктивности озимой пшеницы. Днепропетровск, 1974. С.237-244.

11. Черенков А. В. Бондаренко А. С., Бонда Р. В. Зимостійкість рослин озимого ячменю залежно від строків сівби в умовах північної частини Степу. Агроном. 2011. № 3 С. 82-84.

12. Влох В. Г., Тучапський О. Р. Ячмінь озимий у західному регіоні України. Львів. 2004. 72 с.

13. Моргун В. В., Логвиненко В. Ф., Улич Л. И., Кравец В. С. Зимо - и морозостойкость современных сортов озимой пшеницы. Физиология и биохимия культурных растений. 2000. Т. 32. № 4. С. 255-260.

14. Алабушев, А. В., Янковский, Н. Г., Филиппов Е. Г. и др. Обоснование оптимальных сроков и норм высева озимого ячменя. Земледелие. 2007. №3. С.28–29.

15. Федорчук М. І., Нагірний В. В. Зимостійкість сортів озимого ячменю за лабільних параметрів клімату на півдні України. Таврійський науковий вісник. Херсон, 2018. Вип.104. С. 108-115.

References

1. Hamaiunova V. V., Panfilova A. V. (2019). Okupnist sumisnoho vykorystannia dobryv ta biopreparativ na pshenytsi ozymii v Pivdennomu Stepu Ukrainy. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii. №1. P. 41-48.
2. Polovyi A. M., Bozhko L. Yu., Adamenko T. I. (2017). Ahrometeorologichni doslidzhennia v Ukraini. Ukrainskyi hidrometeorologichnyi zhurnal. № 19. P. 72-81.
3. Hamaiunova V. V. (2018). Efektyvnist zroshennia ta vplyv dobryv na vykorystannia volohy roslynamy i pidvyshchennia stiikosti zemlerobstva zony Stepu. Monohrafiia «Adaptatsiia ahrotekhnologii do zmin klimatu: hruntovo-ahrokhimichni aspekty (za naukovoiu redaktsiieiu S.A. Baliuka, V.V. Medvedieva, B.S. Noska) Kharkiv: Stylna typohrafiia. 364. P.108-126.
4. Polovyi A. M., Kulbida M. I., Adamenko T. I., Trofimova I. V. (2007). Modeliuvannia vplyvu zminy klimatu na ahroklimatychni umovy vyroshchuvannia ta fotosyntetychnu produktyvnist ozymoi pshenytsi. Ukr. hidrometeorol. zhurn. № 2. P. 76-91.
5. Hamaiunova V., Panfylova A., Hlushko T., Smyrnova Y., Kuvshynova A. (2018). Znachenie optimizatsiy pitaniia v stabilnosti formirovannia urozhainosti zernovykh kultur v zone yuha Ukrainy. Stiinta Agricola. Ahrarnaia nauka. Moldova. №2. P. 24-29.
<https://sa.uasm.md/index.php/sa/article/view/611>
6. Riabchun N. I., Tymchuk V. M., Sadovoi O. O. (2015). Formuvannia struktury plosch ozymykh zernovykh kultur z urakhuvanniam yikh adaptovanosti do umov seredovyshcha. Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti. Vypusk 19. P.86-94.
7. Yarchuk I. I., Bozhko V. Yu., Kelypenko M. M. (2013). Ahroekologichni aspekty formuvannia produktyvnosti posiviv yachmeniu ozymoho zalezho vid mineralnykh dobryv. Zbirnyk naukovykh prats Podilskoho derzhavnogo ahrarno-tekhnologichnogo universytetu. Kam'ianets-Podilskyi: Podilskyi derzhavnyi ahrarno-tekhnologichnyi universytet. Spets. Vyp. P. 295–298.
8. Kolesnikov M. O., Ponomarenko S. P. (2016). Vplyv biostymulatoriv Stympo ta Rehoplant na produktyvnist yachmeniu yaroho. Ahrobiolohiia. №1. P.81-86
9. Begum K. and et. (2015). Nutrient uptake by plants from different land types of Madhupur soil. Bangladesh Journal of Scientific Research. 28(2). P. 113-121. URL: <http://doi.org/10/3329/bjsr.v28i2.26782>
10. Zadontsev A. Y. (1974). Pryemy vzdelyvannia ozymoi pshenytsy v Stepu Ukrainy. Povyszenie zymostoikosti i produktivnosti ozymoi pshenytsy. Dnepropetrovsk. P.237-244.
11. Cherenkov A. V. Bondarenko A. S., Bonda R.V. (2011). Zymostiikist roslyn ozymoho yachmeniu zalezho vid strokiv sivby v umovakh pivnichnoi chastyny Stepu. Ahronom №3. P. 82-84.
12. Vlokh V. H., Tuchapskyi O. R. (2004). Yachmin ozymyi u zakhidnomu rehioni Ukrainy. Lviv. 72.
13. Morhun V.V., Lohvynenko V.F., Ulych L.Y., Kravets V.S. (2000). Zymo - y morozostoikost sovremennykh sortov ozymoi pshenitsy. Fyzyolohyia y byokhymyia kulturnykh rastenyi. T. 32. № 4. P. 255-260.
14. Alabushev, A. V., Yankovskyi, N. H., Fylyppov E. H. y dr. (2007). Obosnovanie optymalnykh srokov i norm vyseva ozymoho yachmenia. Zemledelye. № 3. P. 28–29.
15. Fedorchuk M. I., Nahirnyi V. V. (2018). Zymostiikist sortiv ozymoho yachmeniu za labilnykh parametriv klimatu na pivdni Ukrainy. Tavriiskyi naukovyi visnyk. Kherson. Vyp. 104. P. 108-115.

ФОРМИРОВАНИЯ НАДЗЕМНОЙ МАССЫ И УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНА СОРТАМИ ЯЧМЕНЯ ОЗИМОГО В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ БИОПРЕПАРАТОВ

В. В. Гамаюнова, А. О. Кувшинова

Аннотация. В статье освещены особенности выращивания культуры ячменя озимого в зоне южной степи Украины и его значение в зерновом балансе государства. Обоснованно влияние биологических особенностей культуры и изменений климатических условий на продуктивность ячменя озимого в разные по погодным факторам годы выращивания.

Приведены результаты исследований, проведенных в течение 2016-2019 гг. на черноземе южном в учебно научно - практическом центре МНАУ с четырьмя сортами ячменя озимого. Исследования посвятили совершенствованию питания культуры на основе ресурсосбережения путем применения современных биопрепаратов в основные периоды вегетации растений ячменя озимого для внекорневых обработок посева сортов, что взяты на изучение.

Исследованиями определено влияние различных видов биопрепаратов и срока проведения подкормок на процессы роста и развития растений ячменя озимого, формирование продуктивности в разрезе сортов, элементов технологии и лет выращивания, которые отличались по климатическим условиям.

Установлено положительное влияние применения биопрепаратов на ростовые процессы растений и урожайность зерна ячменя озимого, определены наиболее продуктивные сорта, лучшие биопрепараты и сроки проведения внекорневых подкормок.

Ключевые слова: Ячмень озимый, сорта, биопрепараты, внекорневая подкормка, биомасса растений, урожай зерно.

FORMATION OF ABOVEGROUND MASS AND GRAIN YIELD OF WINTER BARLEY VARIETIES IN THE CONDITIONS OF SOUTHERN STEPPE OF UKRAINE UNDER THE INFLUENCE OF BIOPREPARATIONS

V. V. Gamayunova, A. O. Kuvshinova

Abstract. The article highlights the peculiarities of growing winter barley crops in the southern steppe zone of Ukraine and its importance in the grain balance of the state. The influence of biological characteristics of the crop and changes in climatic conditions on the productivity of winter barley in different weather factors of growing years is substantiated.

The results of research conducted during 2016-2019 yrs on Southern chernozem in the Educational, Scientific and Practical Center of MNAU with four varieties of winter barley are presented. The research was devoted to improving the nutrition of crops based on the principles of resource conservation by using modern biopreparations in the main periods of vegetation of winter barley plants for foliar treatments of crops of varieties taken for study.

Гамаюнова В. В., Кувшинова А. О.

Studies determined the influence of various types of biopreparations and the period of top dressing on the growth and development of winter barley plants, the formation of productivity in the context of varieties, technology elements and years of cultivation, which differed in climatic conditions.

The positive impact of the use of biopreparations on the growth processes of plants and the yield of winter barley grain was established, the most productive varieties, the best biopreparations and the timing of foliar top dressing were determined.

Key words: *winter barley, varieties, biopreparations, foliar top dressing, plant biomass, grain yield*

УДК 631.8:635.1

СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ БАТАТУ (*IPOMOEA BATATAS*) В УМОВАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**О. В. КУЦ**, доктор сільськогосподарських наук**С. В. ШЕВЧЕНКО**, аспірант**В. І. МИХАЙЛИН**, кандидат сільськогосподарських наук**І. І. СЕМЕНЕНКО**, кандидат сільськогосподарських наук*Інститут овочівництва і багтанництва НААН України*

E-mail: ovoch.iob@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.01.007>

Анотація. В умовах чорноземних ґрунтів Лівобережного Лісостепу України використання мінеральних та органічних систем удобрення забезпечує збільшення урожайності батату на 34–56 %. Максимальний рівень урожайності (24,3 т/га) зазначається за внесення врозкид $N_{370}P_{370}K_{450}$ з позакореневими підживленнями комплексним добривом «Нутривант плюс універсальний». Позитивний вплив на вміст в бульбах батату сухої речовини (18,6 %) та крохмалю (9,06 %), зменшення вмісту нітратів зумовлює використання органічних добрив в комплексі з мікробними препаратами. Застосування мінеральних систем удобрення зумовлює високі темпи споживання основних елементів живлення рослинами батату (азоту – 246,3 кг/га, фосфору – 201,1 кг/га, калію – 683,2 кг/га).

Ключові слова: батата, удобрення, елементи живлення, поживний склад ґрунту, суха речовина

Актуальність. Батат – одна з найважливіших культур, яка культивується у більш ніж 100 країнах, що становить 8,5 млн га. Річний обсяг світового виробництва сягає 106,5 млн. тон [1, 2].

Батат має велике соціально-економічне значення, забезпечуючи запас калорій, вітамінів і мінералів для харчування людей. У країнах Африки, вирощується як культура, що запобігає голоду та для профілактики нестачі вітаміну А [16], що робить його цінним продуктом дієтичного харчування, іноді як основний продукт, але зазвичай в

якості альтернативної їжі. Батат характеризується високою урожайністю та гарними смаковими якостями в ньому міститься велика кількість калію, антиоксидантів, вітаміни А і С, групи В (В₁, В₂, В₃, В₆, фолієва кислота), фосфор, магній. У бульбах батата багато складних вуглеводів і клітковини [3–10, 12].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Батат потребує родючих ґрунтів [13, 14] – з одного боку, чим легший за механічним складом ґрунт – тим краще формуються бульби та легше проходить збирання врожаю, з іншого боку, частіше доведеться

Куц О. В., Шевченко С. В., Михайлин В. І., Семененко І. І.

поливати, оскільки батат потребує гарного забезпечення вологою. Оптимальний рівень рН ґрунтового розчину для рослин батату є 5,5–6,6; але рослини батату страждають від токсичності іонів алюмінію [15]. Батат також чутливий до підвищеного вмісту солей у ґрунті та високої лужності ґрунтового розчину.

Забезпеченість азотом є дуже важливим фактором отримання високої врожайності культури. У той час азот відноситься до доволі дорогих ресурсів у рослинництві. Таким чином, ефективне управління азотом виробниками сільськогосподарської продукції з обмеженим ресурсом є дуже важливою частиною успішної системи управління родючістю ґрунтів та формування урожайності рослини. У дослідженнях на піщано-суглинковому ґрунті на станції сільськогосподарських експериментів Джорджа Вашингтона Карверу з різними сортами батата (застосування азотних добрив (карбамід та аміачна селітра) призвело до істотного збільшення урожайності. Також було зазначено, що за вирощування пізньостиглих сортів батату ефективність азотних добрив зростає [16].

Багато вчених відмічають низьку ефективність фосфорних добрив за вирощування батату. Доза 25-50 кг/га P_2O_5 вважається оптимальною для культури [17-21]. Деякі дослідники взагалі зазначають, що ефективність

внесення фосфорних добрив часто не виправдовує витрати [20].

Obigbesan та інші (1976) [29] вказують, що ефективність фосфорних добрив за вирощування батату вже відмічається на ґрунтах з вмістом рухомих форм фосфору менше 10 мг/кг. Згідно з Marschner [30], фосфор є важливим компонентом багатьох органічних сполук рослини, які позитивно відображаються на врожайності культури. За даними Hassan та інші фосфорні добрива мають позитивний вплив як на рівень загальної та товарної урожайності бульб, так і вміст в бульбах сухої речовини, середню масу та діаметр бульби [30].

Калій є одним з основних ключових елементів живлення рослин батату, що приймає активну участь в синтезі і транслокації вуглеводів з листків до коріння. Ряд дослідників рекомендують помірні дози калію (75-100 кг/га) для батату. Проте, в Китаї батат реагував істотним збільшенням урожайності на дози калію 300 кг/га. Було виявлено, що складові формування якості бульб батату, такі як крохмаль і вміст білка збільшується з підвищенням рівня забезпеченості рослин калієм. Калійні добрива майже не впливають на збільшення вегетативної маси рослин, але мають істотний вплив на урожайність бульб та їх кількість в кущі [22, 23]. За даними Dumbuya G., Sarkodie-Addo J., Daramy M. A., Jalloh M. [31] в зоні листяних лісів

Куц О. В., Шевченко С. В., Михайлин В. І., Семененко І. І.

Гани рослини батату добре реагують на застосування калійних добрив. В умовах Нігерії [25, 26] використання норми калійних добрив 160 кг/га забезпечувало формування максимальної довжини вегетативної маси, кількості листків та гілок на рослини, тоді як суха маса вегетативної маси, діаметр та маса бульб з однієї рослини були статистично однакової за використання калійних добрив з нормами 120 і 160 кг/га. Загальна урожайність бульб за внесення 120 та 160 кг/га калійних добрив зростала в 7 та 8 разів відповідно відносно контролю.

Ряд дослідників зазначає, що вплив добрив на урожайність батата істотно залежить від сорту, типу ґрунту та кліматичних умов [27, 28, 31]. Відмічається також залежність ефективності добрив від рівня технології вирощування батата [21]. За даними Floyd та інші (1988) [31] рослини батату краще поглинають фосфор та калій з органічних добрив, ніж з мінеральних. Grobby [31] вказує на більшу ефективність за вирощування батату органічних добрив.

Мета. Встановити вплив різних систем удобрення батату (*Ipomoea batatas*) на урожайність та якість бульб, темпи та характер споживання елементів живлення за вирощування в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Методи. Польові, лабораторні, розрахунково-статистичні.

Результати. Висвітлено ефективність різних систем удобрення (мінеральна, органічна, з мікробними препаратами) на урожайність та біохімічний склад бульб батату за вирощування в умовах Лівобережного Лісостепу України. Відмічено темпи споживання, коефіцієнти використання основних елементів живлення з добрив та ґрунту, накопичення в різних органах рослин батату.

Завдання дослідження – встановити вплив різних систем удобрення батату (*Ipomoea batatas*) на урожайність та якість бульб, темпи та характер споживання елементів живлення за вирощування в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Методика та вихідний матеріал. Дослідження проводили впродовж 2019–2020 рр. в лабораторії агрохімічних досліджень та якості продукції Інституту овочівництва і баштанництва НААН. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий малогумусний легкосуглинистий на лесовидному суглинку (в орному шарі (0-25 см) міститься гумусу 4,3 %; азоту, що гідролізується, – 139,0 мг/кг; рухомого фосфору – 106-119 мг/кг і обмінного калію – 93 мг/кг ґрунту; гідролітична кислотність – 2,8 мекв на 100г ґрунту; рН сольової витяжки – 5,7; сума увібраних основ – 26,0 мекв на 100г ґрунту).

Куц О. В., Шевченко С. В., Михайлин В. І., Семененко І. І.

У дослідженні вивчалась ефективності різних систем удобрення: 1) без добрив (контроль); 2) $N_{185}P_{185}K_{225}$; 3) $N_{370}P_{370}K_{450}$; 4) $N_{370}P_{370}K_{450}^+$ позакореневі підживлення комплексним добривом «Нутривант плюс універсальний» 2 кг/га в 3 строки; 5) перегній 20 т/га + зола 1 т/га; 6) перегній 20 т/га + зола 1 т/га + обробка ґрунту до посадки ґрунтовим біодобривом «Граундфікс» (3 л/га) + за першої фертигації мікробний препарат «Азотофіт» (1 л/га) + за другої фертигації мікробний препарат «Органік баланс» (1 л/га) + позакореневі підживлення «Help-rost для овочевих рослин» 2 л/га в 3 строки.

Позакореневі підживлення проводили в три строки: через 30 днів після висадки (III декада червня), за активного наростання вегетативної маси (III декада липня), за активного наростання бульб (III декада серпня).

У дослідженні було використано наступні добрива та мікробні препарати:

«Нутривант плюс» – лінійка комплексних добрив для позакореневих підживлень, до складу якого входить прилипач «фертивант», що розкладається 30 діб. «Нутривант плюс універсальний» містить N – 18 %, P_2O_5 – 18 %, K_2O – 18 %, MgO – 2 %, Mn – 0,02 %, Zn – 0,01 %, Cu – 0,0025 %, Fe – 0,04 %, Mo – 0,0025 %.

«Граундфікс» – ґрунтове біодобриво, що містить клітини

бактерій *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum*, *Azotobacter chroococcum*, *Enterobacter*, *Paenibacillus polymyxa*. Загальне число життєздатних клітин $(0,5 - 1,5) \times 10^9$ КУО/см³. Біодобриво забезпечує підвищення рухомості фосфору та доступності калію з ґрунту та мінеральних добрив, пролонгує доступність поживних елементів; покращує біологічну активність ґрунту та пригнічує розвиток фітопатогенів.

«Азотофіт» – мікробний препарат, що містить клітини природної азотфіксуючої бактерії *Azotobacter chroococcum*, біологічно активні продукти життєдіяльності бактерій (амінокислоти, вітаміни, фітогормони, фунгіцидні речовини). Загальне число життєздатних мікроорганізмів продуцента не менше 1×10^{10} КУО/см³.

«Органік баланс» – мікробний препарат для росту та розвитку сільськогосподарських культур, стійкості до стресів, хвороб та збалансованого живлення. Містить бактерії: азотфіксуючі; фосфор- та каліймобілізуючі; мікроорганізми з фунгіцидними властивостями; компоненти поживного середовища (макро-, мікроелементи та органічні джерела живлення). Загальне число життєздатних мікроорганізмів продуцентів не менше $1,0 \times 10^9$ КУО/см³.

«Help-rost для овочевих рослин» – органо-мінеральне

Куц О. В., Шевченко С. В., Михайлин В. І., Семененко І. І.

добриво, до складу якого входять амінокислоти, макро- і мікроелементи, застосовується для підживлення овочевих сільськогосподарських культур. Підживлення покращує смакові і товарні якості готової продукції, захищає рослини від захворювань і гнилей, сприяє загальному приросту врожаю за регулярного використання.

Дослідження проводились відповідно до загальноприйнятих методик [32–33]. Загальна площа ділянки становила 33,6 м², облікова – 21 м², повторність – триразова. У дослідження батат сорту Слобожанський рубін вирощували за

краплинного зрошення, схеми посадки (100+40)х25 см та мульчування ґрунту соломкою.

Результати досліджень та їх обговорення. Застосування мінеральних та органічних добрив за рахунок покращення умов живлення рослин забезпечувало підвищення урожайності бульб батату та позитивно впливало на їх біохімічні властивості. У середньому за роки досліджень використання різних систем удобрення зумовлює підвищення загальної урожайності бульб на 5,3–8,7 т/га або 34–56 %, урожайності стандартних бульб – на 2,9–4,6 т/га або 27–42 % (табл. 1).

1. Вплив різних систем удобрення на урожайність батату сорту Слобожанський рубін (середнє за 2019-2020 рр.)

Система удобрення	Загальна урожайність, т/га	Приріст до контролю		Урожайність стандартних бульб, т/га	Приріст до контролю		Вихід стандартних бульб, %
		т/га	%		т/га	%	
1. Без добрив (контроль)	15,6	-	-	10,9	-	-	70
2. N ₁₈₅ P ₁₈₅ K ₂₂₅	21,0			14,9			71
3. N ₃₇₀ P ₃₇₀ K ₄₅₀	20,9			13,8			66
4. N ₃₇₀ P ₃₇₀ K ₄₅₀ + «Нутривант плюс універсальний»	24,3			15,5			64
5. Перегній 20 т/га + зола 1 т/га	22,3			14,7			66
6. Перегній 20 т/га + зола 1 т/га + мікробні препарати	22,8			14,2			62
НІР _{0,95} за роками		3,6; 3,8			1,56; 1,73		

Найбільший рівень урожайності батату забезпечувало використання N₃₇₀P₃₇₀K₄₅₀ в комплексі з позакореневими підживленнями «Нутривант плюс універсальний».

Загальна урожайність за такої системи удобрення складає 24,3 т/га, з яких 15,5 т/га стандартних бульб.

За нашими даними не доведена ефективність збільшення дози

Куц О. В., Шевченко С. В., Михайлин В. І., Семененко І. І.

мінеральних добрив з $N_{185}P_{185}K_{225}$ до $N_{370}P_{370}K_{450}$, так як відсутня істотна різниця між варіантами. Додаткові підживлення комплексними добривами забезпечують позитивну тенденцію до збільшення урожайності батату на 3,3 т/га. На нашу думку, це пов'язано з тим, що за низьких доз мінеральних добрив в ґрунті міститься достатня кількість мікроелементів. За зростання рівня забезпеченості рослин батату основними елементами живлення збільшується і споживання мікроелементів, тоді як вміст їх у ґрунті для даного рівня урожайності вже є недостатнім.

Застосування органічної системи удобрення (перегною 20т/га та золи 1 т/га) забезпечує підвищення загальної урожайності бульб на 6,7 т/га або 43 %, тоді як додаткове застосування комплексу мікробних препаратів не виправдовується істотним збільшенням урожайності (22,8 т/га).

Встановлено, що найбільш позитивно впливало на біохімічний склад бульб батату застосування органічних добрив в комплексі з мікробними препаратами (табл. 2). За такої системи оптимізації живлення збільшився показник вмісту сухої речовини в бульбах (18,6 %), крохмалю (9,06 %), відмічено низький показник вмісту нітратів (28,1 мг/кг). За мінеральної системи удобрення $N_{370}P_{370}K_{450}$ і з застосуванням комплексних добрив істотно зростав

вміст сухої речовини (17,7 %), разом з тим показник вмісту нітратів мав найвище значення по досліді (78,5 мг/кг). Спостерігається тенденція до зниження загального цукру в бульбах батата за застосування всіх систем удобрення, особливо за використання мінеральної системи удобрення $N_{370}P_{370}K_{450}$ у комплексі з позакореновими підживленнями «Нутривант плюс універсальний» (3,4 % при значенні даного показнику на контролі – 4,74 %).

Для корегування доз мінеральних добрив під батат нами було розраховано коефіцієнти поглинання елементів живлення з добрив та ґрунту. Встановлено, що на чорноземі типовому малогумусному легкосуглинковому рослини батату з ґрунту поглинають до 57 % рухомих форм азоту, 11,6 % рухомих форм фосфору та до 61,2 % рухомих форм калію. Коефіцієнти використання елементів живлення з мінеральних добрив складають для азоту 40,7 %; фосфору – 26,1 %, калію – 73,5 %. Слід зазначити, що коефіцієнти використання поживних речовин з ґрунту змінюються не тільки в залежності від біологічних особливостей рослин, але і внаслідок зміни ґрунтової родючості, погодних умов, рівня технологічного забезпечення тощо, що в певній мірі утруднює їх використання за визначення розрахункових доз добрив.

2. Вплив різних систем удобрення на якість бульб батату сорту Слобожанський рубін (середнє за 2019-2020 рр.)

Система удобрення	Вміст в бульбах, %				
	Суша речовина	Загальний цукор	Вітамін С мг/100г	Крохмаль	Нітрати, мг/кг
1. Без добрив (контроль)	16,4	4,74	4,20	7,80	15,8
2. N ₁₈₅ P ₁₈₅ K ₂₂₅	16,1	4,08	4,30	8,49	31,2
3. N ₃₇₀ P ₃₇₀ K ₄₅₀	17,3	3,63	4,65	8,53	58,5
4. N ₃₇₀ P ₃₇₀ K ₄₅₀ + «Нутривант плюс універсальний»	17,7	3,40	4,26	8,32	78,5
5. Перегній 20 т/га + зола 1 т/га	17,0	4,22	4,12	7,21	50,6
6. Перегній 20 т/га + зола 1 т/га + мікробні препарати	18,6	4,23	4,30	9,06	28,1
НІР _{0,95} за роками					

Встановлено темпи поглинання елементів живлення рослинами батату за різних систем удобрення (табл.3). Без добрив рослини батату за перші два місяці росту поглинають 88,2 % азот, 60,6 % фосфору та 80,5 % калію від загального споживання

елементів живлення рослинами. За мінеральної та органічної систем удобрення пік споживання елементів живлення припадає на 2–3 місяць росту рослин, тобто за активного формування та наростання маси бульб.

3. Вплив систем удобрення на відсоток споживання елементів живлення рослинами батату (середнє за 2019-2020 рр.)

Система удобрення	% поглинання елементу живлення до загального виносу					
	N		P		K	
	II декада червня	II декада липня	II декада червня	II декада липня	II декада червня	II декада липня
Контроль	24,2	88,2	2,3	60,6	13,3	80,5
N ₃₇₀ P ₃₇₀ K ₄₅₀	9,4	47,8	1,4	47,3	6,6	36,3
Перегній 20 т/га + зола 1 т/га	15,4	58,0	2,1	39,0	6,3	30,5

За мінеральної системи удобрення темпи споживання основних елементів живлення є більш високими (рис. 1–3). На кінець активної вегетації за мінеральної системи удобрення рослини батату споживають 246,3 кг/га азоту, 201,1 кг/га фосфору та 683,2 кг/га калію.

Без застосування добрив на кінець вегетації істотно знижується

поглинання рослинами фосфору (104,4 кг/га) та калію (252,4 кг/га), що, на нашу думку, і впливає на зменшення рівня врожайності батату. Слід зазначити, що поглинання калію рослинами батату в умовах Лісостепу України є більш високим, ніж в ґрунтах південних регіонів (за даними Degras [34] винос калію з рослинами батату становить 110–135 кг/га).

Куц О. В., Шевченко С. В., Михайлин В. І., Семененко І. І.

Зазначено, що у залежності від системи удобрення 56,9–76,9 % азоту акумулюється у листках, 10,2–13,6 % у стеблах, 12,9–29,5 % у коренях та бульбах. По фосфору 31,2–49,9 %

акумулюється в листках, 13,4–20 % в стеблах, 30,1–55,4 % у коренях та бульбах; по калію 41,6–51,9 % у листках, 13,2–21,2 % у стеблах, 26,9–45,2% у бульбах та коренях.

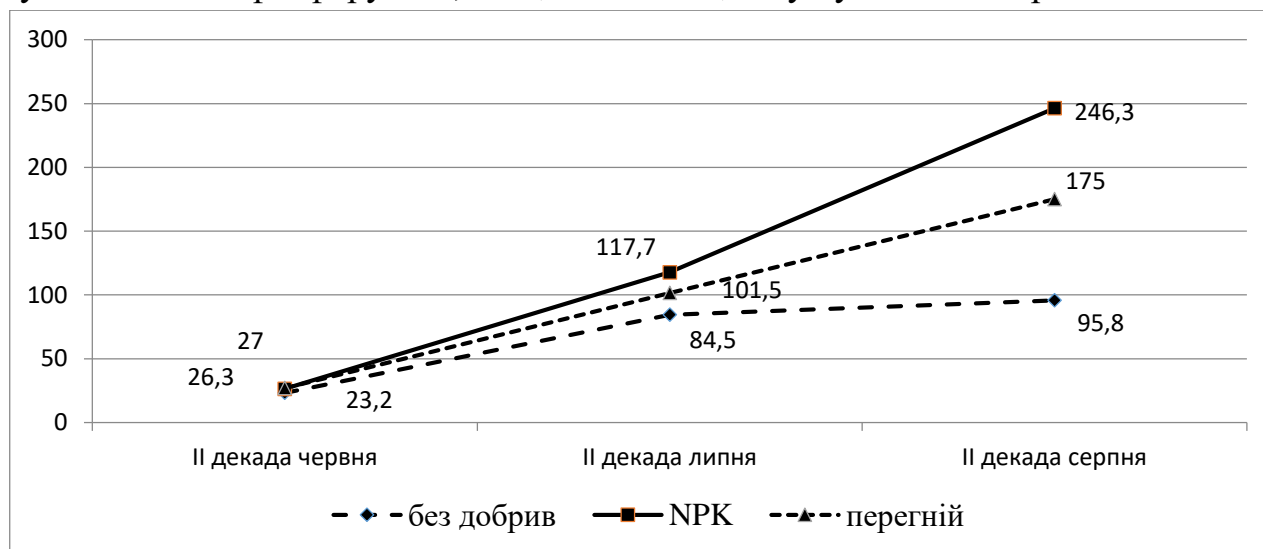


Рис. 1. Темпи поглинання азоту рослинами батату за різних систем удобрення, кг/га

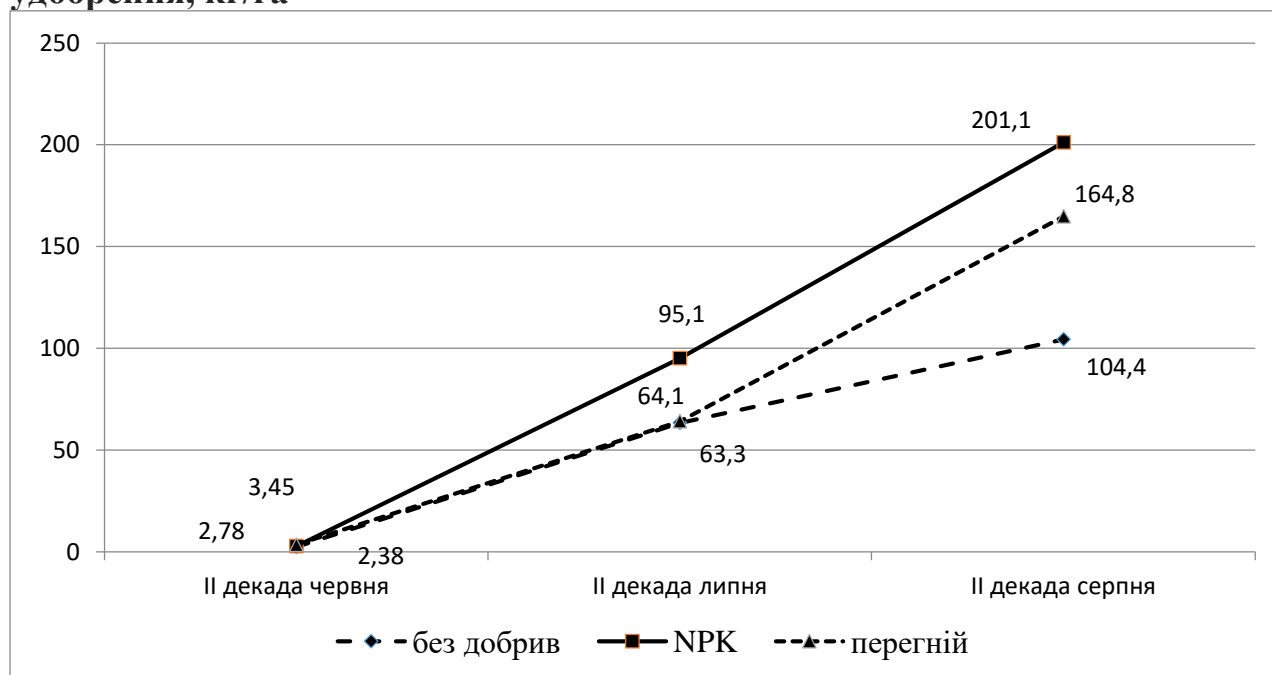


Рис. 2. Темпи поглинання фосфору рослинами батату за різних систем удобрення, кг/га

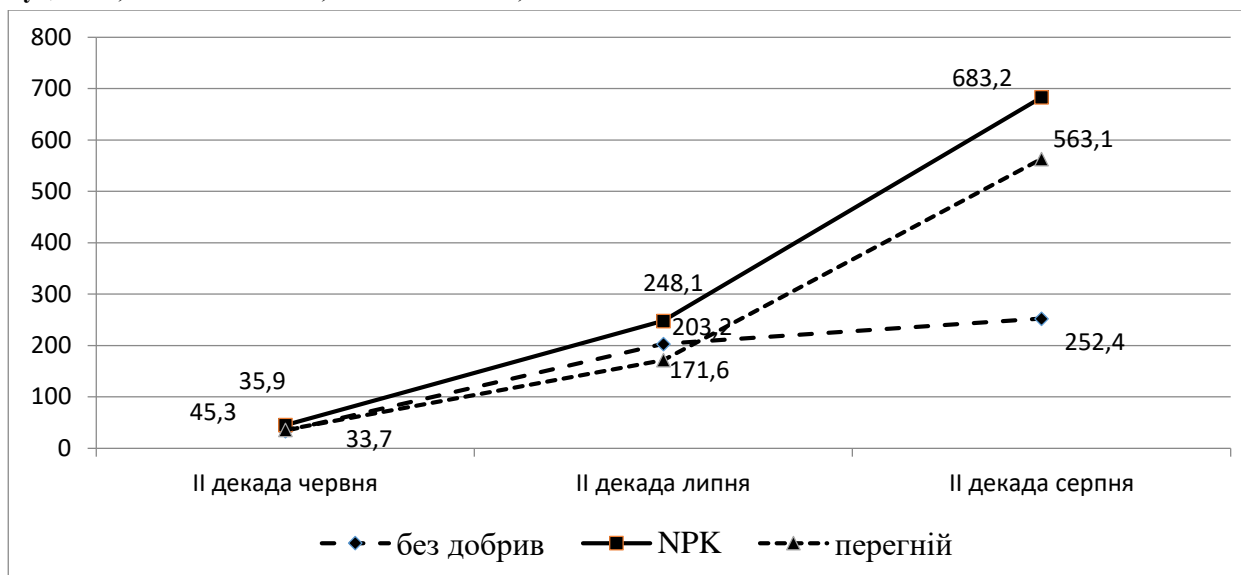


Рис. 3. Темпи поглинання калію рослинами батату за різних систем удобрення, кг/га

Висновки і перспективи.

1. В умовах чорноземних ґрунтів Лівобережного Лісостепу України використання мінеральних та органічних систем удобрення забезпечує збільшення урожайності батату на 34–56 %. Максимальний рівень урожайності (24,3 т/га) зазначається за внесення врозкид $N_{370}P_{370}K_{450}$ з позакореневими підживленнями комплексним добривом «Нутривант плюс універсальний».

Список використаних джерел

1. Woolfe J. A. Sweet potato: an untapped food resource. / Editors Woolfe J. A. Cambridge University Press: UK, 2008. P. 643.

2. Ramirez P. Cultivation harvesting and storage of sweet potato products. In: Roots, tubers, plantains and bananas in animal feeding. (Eds Machin, D.; Nyvold, S.), Proceedings of the FAO Expert Consultation held in CIAT, Cali, Colombia 21–25 January 1991; FAO Animal Production and Health Paper – 95

3. Nicanor O.O., George O.A., Michael W.O., Edward G. Development of High Protein

2. Позитивний вплив на вміст в бульбах батату сухої речовини (18,6 %) та крохмалю (9,06 %), зменшення вмісту нітратів зумовлює використання органічних добрив в комплексі з мікробними препаратами.

3. Застосування мінеральних систем удобрення зумовлює високі темпи споживання основних елементів живлення рослинами батату (азоту – 246,3 кг/га, фосфору – 201,1 кг/га, калію – 683,2 кг/га).

and Vitamin A Flakes from Sweet Potato Roots and Leaves Karuri. *Open Access Library Journal*. 2015. № 7. DOI:10.4236/oalib.1101573.

4. Heritier K.M., Kahiu N., Florence M., Olubayo B., Musembi K., James W. Agronomic Performance of Kenyan Orange Fleshed Sweet Potato Varieties. *Journal of Plant Studies*. 2018. № 2. PP. 11-19

5. Dinu M., Soare R., Babeanu C.G., Hoza G. Analysis of nutritional composition and antioxidant activity of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaf and petiole. *Journal of Applied*

Куц О. В., Шевченко С. В., Михайлин В. І., Семененко І. І.

Botany and Food Quality. 2018. №9. P. 120–125.

6. Rosas-Ramirez D., Pereda-Miranda R. Residuous glycosides from yellow-sweet sort of sweet potatoes (*Ipomoea batatas*). Faculty of Culture, National Autonomous University of Mexico, Ciudad University, Mexico. 2013.

7. Sochinwechi N., Dilip N., Ramasamy R. Bioactive Compounds in Organic Sweet potato. *Journal of Advances in Molecular Biology*. 2017. №1 (2). P. 81-90.

8. Olayiwola I. O., Abubakar H. N., Adebayo G. B., Oladipo F. O. Study of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* Lam) Foods for Indigenous Consumption Through Chemical and Anti-Nutritive Analysis in Kwara State, Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2009. №8. P. 1894-1897.

9. Sochinwechi N., Dilip N., Ramasamy R. Bioactive Compounds in Organic Sweet potato. *Journal of Advances in Molecular Biology*. 2017. №1. P. 81-90.

10. Rees D., Kapinga R., Rwiza E., Mohammed R., Van Oirschot Q., Carey E., Westby A. The potential for extending shelf-life of sweet potato in East Africa through cultivar selection. *Tropical Agriculture*. 1998. №75. P. 208-211.

11. Ishiguro K., Toyama J., Yoshimoto M. Nutrition and utilization of a new sweet potato cultivar or tops. *Proceedings of the Thirteenth Triennial Symposium of the International Society for Tropical Root Crops (ISTRIC)*. ISTRIC, AICC Arusha, Tanzania. 2007. P. 550-553.

12. Rickard J. E. Physiological deterioration in cassava roots. *J. Sci. Food Agri*. 1985. №36. P. 167-176.

13. Teshome-Abdissa M., Nigussie-Dechassa R. Yield and yield component of sweet potato as affected by Farmyard manure and Phosphorus application: in the case of Adami Tulu District, Central Rift Valley of Ethiopia. *Basic Research Journal of Agricultural Science and Review*. 2012. №1(2). P. 31-42.

14. Merga B., Kebede T. W., Tamado T. Effects of Application of Farmyard Manure and Inorganic Phosphorus on Tuberos Root Yield and Yield Related Traits of Sweet Potato *Ipomoea batatas* (L.) Lam. at Assosa, Western

Ethiopia. *Advances in Crop Science and Technology*. 2017. №5. doi:10.4172/2329-8863.1000302

15. Danya T. Department of Agronomy: thesis / Kerala Agricultural University. Vellayani. 2011. 85 p.

16. Ankumah R. O., Khan V., Mwamba K., Kpomblekou K. The influence of source and timing of nitrogen fertilizer on yield and nitrogen use efficiency of four sweet potato cultivars. *Agriculture, ecosystems and the environment*. 2003. №100 (2-3). P. 201-207.

17. Akinrinde E. A., Obigbesan G. O. Benefits of phosphate rocks in crop production: Experience on benchmark tropical soil areas in Nigeria. *Journal of Biological Sciences*. 2006. №6. P. 999-1004.

18. Kolo M., Tikpangi S., Simon O., Major O., Trace Elements Composition of Phosphate Bearing Sedimentary Rocks from Sokoto, Northwest Nigeria. *American Journal of Environmental Protection*. 2015. №3(4). P. 106-111.

19. Edem I. Dennis, Rosemary A. Essien, Utibe-Abasi H. Udoh. Dynamics of Heavy Metal Runoff from Farmland around Ikpa River Basin, Nigeria. *Applied Ecology and Environmental Sciences*. 2013. №1(6). P. 143-148.

20. Універсальний словник-енциклопедія / М. Попович, І. Дзюба, Н. Корнієнко та ін. К.-Львів, 2001. 1432 с.

21. Abdel-Baky, Ahmed M. H., Faten A. A., Abdel-Aal S., Salman S. R. Effect of Some Agricultural Practices on Growth, Productivity and Root Quality of Three Sweet Potato Cultivars. 2009. *Journal of Applied Sciences Research*. 5. P. 1966-1976.

22. Bourke R. M. Sweet potato (*Ipomoea batatas*) fertilizer trials on the Gazelle Peninsula of New Britain. 1977. *Papua New Guinea Agricultural Journal*. №28. P. 73–95.

23. Hartemink A. E., Johnston M., O'Sullivan J. N., Poloma S. Nitrogen use efficiency of taro and sweet potato in the humid lowlands of Papua New Guinea. 2000. *Agriculture Ecosystems and Environment*. №79. P. 271–280.

24. Dumbuya G., Sarkodie-Addo J., Daramy M. A., Jalloh M. Effect of Cutting Length and Potassium Fertilizer Rates on Sweet

Куц О. В., Шевченко С. В., Михайлин В. І., Семененко І. І.

Potato Growth and Yield Components. 2017. *International Journal of Agriculture and Forestry*. №7. PP.88-94.

25. deGeus J. G. Fertilizer Guide for the Tropics and Subtropics. Centre d'Etude de l'Azote, Zurich. 1973. 774 p.

26. Uwah D.F., Undie U.L., John N.M., Ukoha G.O. Growth and Yield Response of Improved Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Varieties to Different Rates of Potassium Fertilizer in Calabar, Nigeria. 2013. *Journal of Agricultural Science*. №5. P. 61-69.

27. Qwudike U.S. Effectiveness of cow dung and mineral fertilization on soil, nutrient uptake and yield of sweet potato in South-eastern Nigeria. *Asian Agricultural Reseach*. 2010. №43. P. 148-154.

28. Ali M.R., Costa, D.J., Sayed M.A., Basak N.S. Effect of fertilizer and variety on the yield of sweet potato. Bangladesh. *Agricultural Reseach*. 2009. №343. P. 473-480.

29. Obigbesan G.O., Agboola, A.A., Fayemi A.A. Effect of potassium on tuber yield and nutrient uptake of yam varieties. *Proceedings of the 4th Symposium of the International Society of Tropical Roots Crops*. IDRC - CIAT, Columbia. Ed. Cock, Macintyre and Graham. 1976. P. 104-107.

30. Hassan M. A., El-Seifi S. K., Omar E. A., Saif EI-Deen U. M. (2005). Effect of mineral and bio-phosphate fertilization and foliar application of some micronutrients on growth, yield and quality of sweet potato (*Ipomoea batata* L.). 1- Vegetative growth, yield and tuber characteristics. *J. Agric. Sci. Mansoura Univ*. №30. P. 6149-6166.

31. Floyd C.N., Lefroy R.D.B., D'Souza E.J. Soil fertility and sweet potato production on volcanic ash soils in the highlands of Papua New Guinea. *Field Crops Research*. 1988. №19. P. 1-25.

32. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / ред. Г.Л. Бондаренко, К.І. Яковенка. Харків: Основа, 2001. 369 с.

33. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами математической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

34. Degras L. Sweet potato. *The Tropical Agriculturalist*. Malaysia: Macmillan Publishers Ltd. 2003. P. 45-51.

Reference

1. Woolfe J. A. (2008) Sweet potato: an untapped food resource. / Editors Woolfe J. A. Cambridge University Press: UK, P.643.

2. Ramirez P. (1991) Cultivation harvesting and storage of sweet potato products. In: Roots, tubers, plantains and bananas in animal feeding. (Eds Machin, D.; Nyvold, S.), Proceedings of the FAO Expert Consultation held in CIAT, Cali, Colombia 21-25 January; FAO Animal Production and Health Paper - 95

3. Nicanor O.O., George O.A., Michael W.O., Edward G. (2015) Development of High Protein and Vitamin A Flakes from Sweet Potato Roots and Leaves Karuri. *Open Access Library Journal*. №7. DOI:10.4236/oalib.1101573.

4. Heritier K.M., Kahiu N., Florence M., Olubayo B., Musembi K., James W. (2018) Agronomic Performance of Kenyan Orange Fleshed Sweet Potato Varieties. *Journal of Plant Studies*. №2. PP. 11-19

5. Dinu M., Soare R., Babeanu C.G., Hoza G. (2018) Analysis of nutritional composition and antioxidant activity of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaf and petiole. *Journal of Applied Botany and Food Quality*. №9. P.120-125.

6. Rosas-Ramirez D., Pereda-Miranda R. (2013) Residuous glycosides from yellow-sweet sorts of sweet potatoes (*Ipomoea batatas*). Faculty of Culture, National Autonomous University of Mexico, Ciudad University, Mexico. 2013.

7. Sochinwechi N., Dilip N., Ramasamy R. (2017) Bioactive Compounds in Organic Sweet potato. *Journal of Advances in Molecular Biology*. №1 (2). P. 81-90.

8. Olayiwola I.O., Abubakar H.N., Adebayo G.B., Oladipo F.O. (2009) Study of Sweet Potato (*Ipomea batatas* Lam) Foods for Indigenous Consumption Through Chemical and Anti-Nutritive Analysis in Kwara State, Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition*. №8. P. 1894-1897.

9. Sochinwechi N., Dilip N., Ramasamy R. (2017) Bioactive Compounds in Organic

Куц О. В., Шевченко С. В., Михайлин В. І., Семененко І. І.

Sweetpotato. *Journal of Advances in Molecular Biology*. №1. P. 81-90.

10. Rees D., Kapinga R., Rwiza E., Mohammed R., Van Oirschot Q., Carey E., Westby A. (1998) The potential for extending shelf-life of sweet potato in East Africa through cultivar selection. *Tropical Agriculture*. №75. P. 208-211.

11. Ishiguro K., Toyama J., Yoshimoto M. (2007) Nutrition and utilization of a new sweetpotato cultivar or tops. *Proceedings of the Thirteenth Triennial Symposium of the International Society for Tropical Root Crops (ISTRC)*. ISTRC, AICC Arusha, Tanzania. P. 550-553.

12. Rickard J.E. (1985) Physiological deterioration in cassava roots. *J. Sci. Food Agri*. №36. P. 167-176.

13. Teshome-Abdissa M., Nigussie-Dechassa R. (2012) Yield and yield component of sweet potato as affected by Farmyard manure and Phosphorus application: in the case of Adami Tulu District, Central Rift Valley of Ethiopia. *Basic Research Journal of Agricultural Science and Review*. № 1(2). P. 31-42.

14. Merga B., Kebede T.W., Tamado T. (2017) Effects of Application of Farmyard Manure and Inorganic Phosphorus on Tuberous Root Yield and Yield Related Traits of Sweet Potato *Ipomoea batatas* (L.) Lam. at Assosa, Western Ethiopia. *Advances in Crop Science and Technology*. №5. doi:10.4172/2329-8863.1000302

15. Danya T. (2011) Department of Agronomy: thesis / Kerala Agricultural University. Vellayani. 85p.

16. Ankumah R.O., Khan V., Mwamba K., Kpomblekou K. (2003) The influence of source and timing of nitrogen fertilizers on yield and nitrogen use efficiency of sweet potato cultivars. *Agriculture, ecosystems and the environment*. №100 (2-3). P. 201-207.

17. Akinrinde E.A., Obigbesan G.O. (2006) Benefits of phosphate rocks in crop production: Experience on benchmark tropical soil areas in Nigeria. *Journal of Biological Sciences*. № 6. PP. 999-1004.

18. Kolo M., Tikpangi S., Simon O., Major O. (2015) Trace Elements Composition of Phosphate Bearing Sedimentary Rocks from Sokoto, Northwest Nigeria. *American Journal*

of Environmental Protection. №3(4). P. 106-111.

19. Edem I. Dennis, Rosemary A. Essien, Utibe-Abasi H. Udoh. (2013) Dynamics of Heavy Metal Runoff from Farmland around Ikpa River Basin, Nigeria. *Applied Ecology and Environmental Sciences*. №1(6). P. 143-148.

20. M. Popovych, I. Dziuba, N. Kornienko and others (2001) Universal dictionary-encyclopedia [Universal'nyy slovnyk-entsyklopediya]. K.-Lviv. 1432 p.

21. AbdEl-Baky, Ahmed M.H., Faten A.A., AbdEl-Aal S., Salman S.R. (2009) Effect of Some Agricultural Practices on Growth, Productivity and Root Quality of Three Sweet Potato Cultivars. *Journal of Applied Sciences Research*. 5. P. 1966-1976.

22. Bourke R. M. (1977) Sweet potato (*Ipomoea batatas*) fertilizer trials on the Gazelle Peninsula of New Britain. *Papua New Guinea Agricultural Journal*. №28. P. 73-95.

23. Hartemink A.E., Johnston M., O'Sullivan J.N., Poloma S. (2000) Nitrogen use efficiency of taro and sweet potato in the humid lowlands of Papua New Guinea. *Agriculture Ecosystems and Environment*. №79. P. 271-280.

24. Dumbuya G., Sarkodie-Addo J., Daramy M.A., Jalloh M. (2017) Effect of cutting length and potassium fertilizer rates on sweet potato growth and yield components. *International Journal of Agriculture and Forestry*. №7. PP. 88-94.

25. deGeus J. G. (1973) Fertilizer Guide for the Tropics and Subtropics. Centre d'Etude de l'Azote, Zurich. 774 p.

26. Uwah D.F., Undie U.L., John N.M., Ukoha G.O. (2013) Growth and Yield Response of Improved Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Varieties to Different Rates of Potassium Fertilizer in Calabar, Nigeria. *Journal of Agricultural Science*. №5. P. 61-69.

27. Qwudike U.S. (2010) Effectiveness of cow dung and mineral fertilization on soil, nutrient uptake and yield of sweet potato in South-eastern Nigeria. *Asian Agricultural Research*. №43. P. 148-154.

28. Ali M.R., Costa, D.J., Sayed M.A., Basak N.S. (2009) Effect of fertilizer and variety on the yield of sweet potato. Bangladesh. *Agricultural Research*. №343. P. 473-480.

Куц О. В., Шевченко С. В., Михайлин В. І., Семененко І. І.

29. Obigbesan G.O., Agboola, A.A., Fayemi A.A. (1976) Effect of potassium on tuber yield and nutrient uptake of yam varieties. *Proceedings of the 4th Symposium of the International Society of Tropical Roots Crops*. IDRC - CIAT, Columbia. Ed. Cock, Macintyre and Graham. P. 104-107.

30. Hassan M. A., El-Seifi S. K., Omar E. A., SaifEI-Deen U. M. (2005). Effect of mineral and bio-phosphate fertilization and foliar application of some micronutrients on growth, yield and quality of sweet potato (*Ipomoea batata* L.). 1- Vegetative growth, yield and tuber characteristics. *J. Agric. Sci. Mansoura Univ.* №30. P. 6149-6166.

31. Floyd C.N., Lefroy R.D.B., D'Souza E.J. (1988) Soil fertility and sweet

potato production on volcanic ash soils in the highlands of Papua New Guinea. *Field Crops Research*. №19. P. 1–25.

32. Bondarenko G.L., Yakovenko K.I. ed. (2001) Methods of research in vegetable growing and melon growing [Metodyka doslidnoyi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi]. Kharkiv: Osnova, 369 p.

33. Dospekhov B.A. (1985) Methods of field experience (with the basics of mathematical processing of research results) [Metodika polevogoopyta (s osnovamimatematicheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)]. M.: Agropromizdat, 351 p.

34. Degras L. (2003) Sweet potato. *The Tropical Agriculturalist*. Malaysia: Macmillan Publishers Ltd. P. 45–51.

СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ БАТАТ (*IPOMOEA BATATAS*) В УСЛОВИЯХ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

А. В. Куц, С. В. Шевченко, В. И. Михайлин, И. И. Семененко

Аннотация. В условиях черноземных почв Левобережной Лесостепи Украины использование минеральных и органических систем удобрения обеспечивает увеличение урожайности батата на 34-56%. Максимальный уровень урожайности (24,3 т / га) отмечается за внесение вразброс N370P370K450 с внекорневой подкормки комплексным удобрением «Нутривант плюс универсальный». Положительное влияние на содержание в клубнях батата сухого вещества (18,6 %) и крахмала (9,06 %), уменьшение содержания нитратов предопределяет использование органических удобрений в комплексе с микробными препаратами. Применение минеральных систем удобрения обуславливает высокие темпы потребления основных элементов питания растениями батата (азота - 246,3 кг / га, фосфора - 201,1 кг / га, калия - 683,2 кг / га).

Ключевые слова: батата, удобрения, элементы питания, питательный состав почвы, сухое вещество

SUPPLY FERTILIZATION SYSTEMS (*IPOMOEA BATATAS*) IN THE CONDITIONS OF THE LEFT BANK FOREST STEPPE OF UKRAINE

O. V. Kuts, S. V. Shevchenko, V. I. Mikhailin, I. I. Semenenko

Abstract. In the conditions of chernozem soils of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, the use of mineral and organic fertilizer systems provides an increase in the yield of sweet potatoes by 34–56 %. The maximum yield level (24.3 t / ha) is indicated by applying N₃₇₀P₃₇₀K₄₅₀ with foliar fertilization with a complex fertilizer "Nutrivant plus universal". Positive effect on the content in the tubers of sweet potato dry matter (18.6 %) and starch (9.06 %), reducing the content of nitrates leads to the use of organic fertilizers

Куц О. В., Шевченко С. В., Михайлин В. І., Семененко І. І.

in combination with microbial preparations. The use of mineral fertilizer systems causes high rates of consumption of basic nutrients by sweet potatoes (nitrogen - 246.3 kg / ha, phosphorus - 201.1 kg / ha, potassium - 683.2 kg / ha).

Key words: *sweet potato, fertilizers, nutrients, soil nutrient composition, dry matter*

МУТАГЕННА ДЕПРЕСІЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) ПРИ ДІЇ ГАММА-ПРОМЕНІВ**М. М. НАЗАРЕНКО**, доктор сільськогосподарських наук, доцент*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

E-mail: nik_nazarenko@ukr.net

Ю. В. ЛИХОЛАТ, доктор біологічних наук, професор*Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара***В. М. САВОСЬКО**, кандидат біологічних наук, доцент*Криворізький державний педагогічний університет*<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.01.008>

Анотація. Метою наших досліджень було виявити особливості депресивних наслідків післядії різних доз гамма-променів у сортів пшениці озимої французької селекції за показниками схожості, виживання, морфометрії, врожайності. Досліджено показники схожості та виживання, проходження основних фаз онтогенезу у рослин пшениці озимої сортів французької селекції (*Courtiot* та *Gallixe*) у першому поколінні. Встановлено вплив мутагенної депресії на показники структури врожайності (морфометрію стиглих рослин) та встановити рівень їх мінливості. У 2019 - 2020 рр. досліді проводились на дослідних полях науково-дослідного центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету. У досліді використовувалося насіння сортів *Courtiot* та *Gallixe*, опромінене гамма-променями у дозах 100, 150, 200, 250, 300 Гр. Контроль - сухе насіння. Сорт *Gallixe* можна віднести до стійких до дії гамма-променів, сорт *Courtiot* до високосенситивних. Показники схожості та виживання прямо корелювали з зростанням дози, причому доза 200 Гр вже була напівлетальною, доза 250 Гр. для сорту *Courtiot* сублетальною, доза 300 Гр. цілком летальною, для сорту *Gallixe* сублетальною була доза 300 Гр. при котрій майже не отримано рослинного матеріалу. Надійно відтворюють картину мутагенної депресії такі показники як висота рослин, вага зерна з головного колосу та маса тисячі зерен, частково (крім доз 100-150 Гр) вага зерна з рослини. На депресію сорту доза мутагену впливає більше, ніж генотип сорту, показник висота рослини чітко демонструє мутагенну депресію. За результатами факторного та дискримінантного аналізу як показники на котрі впливає генотип-мутагенна взаємодія варто використовувати схожість та виживання, стерильність пилку, висоту рослин, вагу зерна з колосу, масу тисячі зерен. Оптимальними, з огляду на подальше використання для отримання мутацій, є дози 100 – 200 Гр., можливе використання дози 250 Гр. для сорту *Gallixe*.

Ключові слова: озима пшениця, гамма-промені, депресія, мутагенез

Назаренко М. М., Лихолат Ю. В., Савосько В. М.

Актуальність. Вплив фізичних мутагенів на ріст та розвиток рослинних організмів зазвичай не є позитивним та виражається у порушенні нормальних процесів онтогенезу, сповільненні проходження фаз розвитку, більш пізньому їх настанні порівняно з контролем, зниженні схожості, виживання рослин, фертильності, прояву різних морфозів [10, 11].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Назву мутагенної депресії отримало явище різкого зниження життєздатності у першому поколінні [3]. Існує значна кількість параметрів, за котрими можна моніторити її ступінь, але найбільш широко вживаними є схожість та виживання (останнє особливо важливе для озимих культур), стерильність – фертильність пилкових зерен, морфометрія 10-денних проростків, показники структури врожайності, загальна біологічна та господарська продуктивність рослинних організмів. Ці показники частково дублюються, а окремі параметри залежно від об'єкта мутагенної активності та особливостей онтогенезу, мінливості ознаки не є надійними для повноцінної оцінки [1, 2].

Рівень мутагенної депресії повністю залежить, по-перше, від суб'єкта мутагенної дії та його фізіологічного стану. При використанні як суб'єкта сухого

насіння мутагенна депресія найнижча, для замоченого, проростків, пилку – висока. На це треба зважати, обираючи дозу мутагену. По-друге, від природи мутагену – гамма-промені, як і їх більшість, за своїми властивостями належить до групи з високими ступенем депресії [4, 5].

Мутагенна активність в першому поколінні проявляється переважно у зниженні життєздатності, фертильності, різних морфологічних та фізіологічних пошкодженнях [6, 7].

При дії на насіння пшениці мутагенні чинники впливають насамперед на ті параметри, котрі починають формуватися в момент дії. Переважно мутагенні чинники виявляють депресивний вплив на ці показники, особливо при високих дозах [8]. Дослідження першого покоління генотипів є актуальними, оскільки саме депресія в першому поколінні визначає кількість отриманого матеріалу для вивчення мутаційної мінливості у подальшому, ідентифікує природу мутагенного чинника, пов'язана з частотою та спектром мутацій у подальших поколіннях та дає можливість добору домінантних мутацій [9, 10].

Мета. Виявити особливості депресії післядії різних доз гамма-променів у сортів пшениці озимої французької селекції за показниками схожості, виживання, морфометрії, врожайності.

Назаренко М. М., Лихолат Ю. В., Савосько В. М.

Методи. В 2019 - 2020 рр. досліді проводились на дослідних полях науково-дослідного центру Дніпровського державного аграрно-економічного університету. У дослідях використовувалося насіння французьких сортів Courtiot та Gallixe, опромінені гамма-променями у дозах 100, 150, 200, 250, 300 Гр. Контроль - сухе насіння. Дози гамма-променів загальноновживані [10].

Опромінення сухого насіння здійснювали на гамма-установці центра з ядерних досліджень та тренувань відділу експериментального мутагенезу ФАО-МАГАТЕ (Австрія, Сейберсдорф), гамма-променями радіоактивного ізотопу Co^{60} , потужність установки 0,048 Гр/с. Насіння отримано від лабораторії екофізіології та біорізноманіття злаків (Клермон-Ферран, Франція) ІНРА (Інститут національних досліджень в агрономії, Франція).

Перше покоління M_1 сортів, що отримали мутагенну дію, висіяли вручну на 10-рядкових ділянках 1,5 м довжиною, у кожному варіанті 1000 зерен на ділянку. Контролем було насіння сортів, висіяне через кожні 10 рядків.

Протягом періоду вегетації 2019-2020 років були проведені обліки з виживання рослин і облік змінених

рослин, також у M_1 вивчався вплив мутагенів на висоту рослин та елементи структури урожаю (дібрано 50 рослин на структурний аналіз [1]). У варіантах з високими дозами та концентраціями мутагенів добирали матеріал за наявністю. У M_1 здійснювали облік польової схожості та виживання рослин. Польову схожість визначали через три тижні після посіву, коли виключалась ймовірність появи додаткових сходів із насіння із сильним гальмуванням проростання, методом суцільного підрахунку рослин у варіанті. Виживання рослин у M_1 визначали у відсотках кількості зібраних рослин від кількості рослин, що були посіяні. Такими, що вижили, вважали рослини, що дали хоча б один колос.

Стерильність пилку визначали фарбуванням ацетокарміном та спостереженням його інтенсивності у світловий мікроскоп. Усього проглядали не менше 25 препаратів.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили за методом дисперсійного аналізу, достовірність різниці середніх оцінювали за критерієм Стьюдента. Використовували стандартний пакет програми Statistic 6.0 [14].

Результати. Параметри росту та розвитку рослин у M_1 наведені в таблиці 1.

1. Схожість та виживання M₁ рослин

Варіант	Схожість		При відновленні вегетації	
	шт.	%	шт.	%
Courtlot, контроль	984±12	98,4±1,2	978±12	97,8±1,2
Courtlot, 100 Гр	780±15*	78,0±1,5*	742±15*	74,2±1,5*
Courtlot, 150 Гр	742±14*	74,2±1,4*	711±16*	71,1±1,6
Courtlot, 200 Гр.	311±20*	31,1±2,0*	201±17*	20,1±1,7*
Courtlot, 250 Гр.	68±29*	6,8±2,9*	32±11*	3,2±1,1*
Courtlot, 300 Гр.	0	0	0	0
Gallixe, контроль	992±15	99,2±1,5	977±13	97,7±1,3
Gallixe, 100 Гр	871±16*	87,1±1,6*	859±15*	85,9±1,3*
Gallixe, 150 Гр	808±17*	80,8±1,7*	797±16*	79,7±1,6*
Gallixe, 200 Гр.	546±19*	54,6±1,9*	499±17*	49,9±1,7*
Gallixe, 250 Гр.	178±23*	17,8±2,3*	92±9*	9,2±0,9*
Gallixe, 300 Гр.	29±6*	2,9±0,6*	17±3*	1,7±0,3*

* - різниця статистично достовірна при P_{0,05}

При дії гамма-променів також спостерігалися затримки в розвитку рослин: у сортів Courtlot та Gallixe фаза колосіння настала на 3-4 дня пізніше, повна стиглість – на 4 дня при дозах 100 – 150 Гр. При дозі 200 Гр – на 6 днів. Фаза повної стиглості відповідно майже на тиждень та декаду. Багато рослин було недорозвинених, з численними морфозами, особливо при дозах вище 200 Гр. У контролі вихідний матеріал суттєво не розрізнявся за схожістю. При дії окремих доз знаходимо, що у випадку цих генотипів сорт Gallixe можна віднести до стійких до дії гамма-променів, сорт Courtlot до високосенситивних. Так, дія доволі помірної дози 200 Гр була напівлетальною за виживанням. Доза 250 Гр виявилась для першого сорту була сублетальною.

При визначенні генотип-мутагенної взаємодії знаходимо, що

сорт Gallixe був менш чутливим до дії гамма-променів в діапазоні 100 – 250 Гр, але при дії 300 Гр він також продемонстрував майже повну загибель. Для обох сортів летальною виявилась доза 300 Гр – при майже нульовій схожості. Щодо виживання, то для обох генотипів спостерігалась значна віддалена загибель внаслідок зимових умов, що була статистично достовірною, але у сорту Courtlot вона більш суттєва.

Таким чином, можна провести наступну класифікацію доз для генотипів французької селекції дози 100 – 200 Гр – оптимальні, доза 250 Гр – сублетальні та доза 300 Гр – летальна. Це досить чітко відрізняється від загальноживаної класифікації, де дози 100 – 150 Гр є помірними, 200-250 Гр високими та 300 Гр – сублетальними.

Крім показників схожості та виживання ключовою ознакою

Назаренко М. М., Лихолат Ю. В., Савосько В. М. розвитку рослин є проходження відповідних фаз (про що буде сказано далі) та здатність дати плодючих нащадків. З цього приводу оптимальним є контроль за життєздатністю пилкових зерен, що проводиться доволі простим методом прокрашування пилкових зерен та обліком наявності та кількості фертильних зерен при мікроскопуванні зразків.

У показника «фертильність пилку» (наведений у табл. 2)

2. Рівень фертильності у M_1 рослин

Варіант	Courtlot	Gallixe
Контроль	98,7	99,6
Гамма-промені, 100 Гр	86,7*	89,8*
Гамма-промені, 150 Гр	79,5*	82,3*
Гамма-промені, 200 Гр	60,6*	67,9*
Гамма-промені, 250 Гр	9,3*	18,8*
Гамма-промені, 300 Гр	--	0,5*

* - різниця статистично достовірна з попереднім варіантом при $P_{0,05}$

У контролі обидва сорти продемонстрували високий рівень фертильності, при дозі 100 Гр фертильність значимо знизилась, але поступово. Дія дози 150 Гр знов призвела до значимого зростання стерильності, що вже становила лише 80 відсотків від норми, доза 200 Гр призвела до формування фертильності на рівні 60 - 65 % від загальної кількості пилкових зерен. В усіх випадках сорт Gallixe демонстрував вищу стійкість до гамма-променів ніж сорт Courtlot як у випадку схожості та виживання. Для

кореляція між дозою гамма-променів та спадом фертильності на рівні – 0,94, тобто при підвищенні дози фертильність лінійно падала.

В цьому випадку фертильність поступово знижувалася при зростанні доз гамма-променів дози 200 Гр, після котрої відбулося стрімке падіння – тобто з огляду на цей тип моніторингу критичним є використання діапазону за 200 Гр, використання доз менших та рівних 200 Гр призводить до помірної втрати плодючості.

останнього доза 300 Гр викликала повну стерильність.

Однією з вагомих проблем, що істотно знижують кількість матеріалу для добору на ранніх ланках процесу генетичного поліпшення в експериментальному мутагенезі, є негативний вплив гамма-променів, особливо у високих дозах, на окремі ключові елементи структури врожайності.

Структура врожайності досліджена за 9 стандартними показниками, наведеними в таблиці 3. Показники «загальна кущистість», «продуктивна кущистість», «довжина

Назаренко М. М., Лихолат Ю. В., Савосько В. М. ГОЛОВНОГО колосу», «кількість колосків з колосу», як правило, не знижувались із статистичною достовірністю при зміні дози. Звичайно, мутагенна депресія вплинула й на них, та значення будь-якого з цих показників при дії критичної або напівлетальної дози

значно відрізнялося від контролю. При цьому потрібно орієнтуватися на ознаки, які змінюються з кожною зміною дози, проте й за цими ознаками дози 100 та 150 Гр, 150 та 200 Гр здатні не відрізнятися одна від одної.

3. Основні показники структури врожайності M₁ сортів

Варіант	В	ЗК	ПК	ДГК	КК	ЗГК	ВЗГК	ВЗР	МТЗ
Courtlot, контроль	60,6	3,4	3,2	6,9	14,5	36,0	1,48	3,0	41,5
Courtlot, 100 Гр	55,2*	3,2	3,0	6,5	13,9	34,0	1,35	2,8	36,9*
Courtlot, 150 Гр	51,1*	3,2	3,0	6,3	13,8	33,0	1,11*	2,4*	32,7*
Courtlot, 200 Гр.	40,0*	2,8	2,6	6,0	10,1*	24,0*	0,91*	0,9*	20,2*
Courtlot, 250 Гр.	24,1*	1,0*	1,0*	3,9*	8,7*	3,0*	0,10*	0,1*	11,1*
Gallixe, контроль	75,2	3,1	3,0	8,8	22,2	41,0	1,79	4,9	53,1
Gallixe, 100 Гр	70,3*	3,1	3,0	8,4	20,9	38,0	1,49*	4,2	48,7*
Gallixe, 150 Гр	66,7*	3,0	2,9	8,2	19,7	35,0	1,26*	3,7	42,6*
Gallixe, 200 Гр.	60,2*	2,7	2,7	7,9	18,8	26,0*	0,87*	2,2*	35,7*
Gallixe, 250 Гр.	49,3	1,5	1,1	7,4	17,9	11,0*	0,31*	0,3*	22,0*

В - висота, см; ЗК- загальна кущистість; ПК- продуктивна кущистість; ДГК - довжина головного колосу, см; КК - кількість колосків, шт.; ЗГК - зерна з головного колосу, шт.; ВЗГК - вага зерна з головного колосу, г.; ВЗР - вага зерна з рослини, г.; МТЗ- маса тисячі зерен, г.

* - різниця з попереднім варіантом статистично достовірна при $P_{0,05}$

Ознака «висота рослин» при дії дози 100 Гр знижувалась статистично значуще порівняно з контролем у обох сортів. Те ж саме відбувалося при дії доз 150 – 250 Гр. Ознака загальна кущистість набагато менш варіативна та змінюється при зростанні дози лише у сорту Courtlot та лише при дії 250 Гр. При дії гамма-променів на ознаку продуктивна кущистість спостерігається фактично та ж сама картина. Щодо ознаки довжина колоса, то він варіативен лише при дії 250 Гр у Courtlot. Та ж сама картина спостерігається у

показника кількість колосків з головного колосу, тільки тут додається доза 200 Гр.

Така морфометрична ознака як кількість зерна з головного колосу варіює при дозах крім 200 - 250 Гр зі статистичною достовірністю та є досить чутливим показником мутагенної депресії лише при високих значеннях гамма-променів. Вага зерна з головного колосу варіює при всіх без виключення дозах (крім Courtlot 100 Гр) та повністю відповідає за мінливістю всім параметрам для надійного

Назаренко М. М., Лихолат Ю. В., Савосько В. М. моніторингу депресійного впливу гамма-променів та ідентифікації факту мутагенної дії. Тобто фактично на одному рівні з показником висота рослини. Вага зерна з рослини дещо поступається попередньому показникові та відображає мутагенну депресію при дозах 100-150 Гр не завжди, МТЗ (маса тисячі зерен) достовірно змінюється при дії будь-якої дози мутагену в обох сортах та є надійним параметром мутагенної активності на рівні показників висота рослини та вага зерна з головного колосу.

4. Результати дискримінантного аналізу

Змінні в моделі	Коефіцієнт Уїлкса λ	F-remove (4,02)	p-level
Висота, см	0,52	9,52	0,01
Загальна кущистість	0,04	0,67	0,37
Продуктивна кущистість	0,04	0,69	0,31
Довжина головного колосу, см	0,03	0,53	0,39
Кількість колосків, шт.	0,02	0,60	0,31
Зерна з головного колосу, шт.	0,17	3,28	0,03
Вага зерна з головного колосу, г	0,29	6,11	0,01
Вага зерна з рослини, г	0,20	4,12	0,06
МТЗ, г	0,47	9,17	0,01

За результатами двофакторного аналізу (табл. 5) доведено, що спостерігався вплив фактора «доза мутагену» на ознаки структури M_1 сортів – висота рослин, вага зерна з колосу, вага зерна з рослини, маса тисячі зерен. Він був основним у диференціації за ступенем мутагенної депресії. За результатами аналізу за фактором «генотип сорту» він вплинув на такі показники: висота

Таким чином, надійно відтворюють картину мутагенної депресії такі показники як висота рослин, вага зерна з головного колосу та МТЗ, частково (крім доз 100-150 Гр) вага зерна з рослини.

За інформативністю з варіювання щодо поступової зміни ознаки при зростанні дози мутагену можна виділити за дискримінантним аналізом (табл. 4) такі показники, як висота рослини, вага зерна з головного колосу, маса тисячі зерен. Менш інформативні показники: вага зерна з рослини.

рослин, вага зерна з колосу, маса тисячі зерен.

Отже, на депресію сорту доза мутагену впливає більше, ніж генотип сорту, показник «висота рослини» чітко демонструє мутагенну депресію. Як показники мутагенної дії варто використовувати висоту рослин, вагу зерна з колосу, масу тисячі зерен, частково вагу зерна з рослини.

5. Результати факторного аналізу (varimax raw)

Parameter	Генотип сорту	Доза мутагену
Висота, см	0.799213	-0.954737
Загальна кущистість	0.313161	0.312326
Продуктивна кущистість	0.172219	0.104015
Довжина головного колосу, см	0.203473	0.115965
Кількість колосків, шт.	0.162016	0.014710
Зерна з головного колосу, шт.	0.230087	-0.251052
Вага зерна з головного колосу, г	0.724319	-0.865244
Вага зерна з рослини, г	0.454316	-0.665244
МТЗ, г	0.894319	-0.965244
Загальна дисперсія	2.334897	2.799411
Доля загальної дисперсії	0.527237	0.758626

Висновки і перспективи. Вища депресія за всіма дослідженими ознаками проявилась у сорту Courtiot, що свідчить про специфічність взаємодії депресійної активності гамма-променів з генотипами окремих сортів та складний характер розвитку депресивних наслідків на рівні організму. Найбільш інформативними показниками щодо мутагенної депресії у M_1 поколінні рослин сортів пшениці озимої м'якої були: схожість та виживання рослин, фертильність пилку та такі показники структури врожайності, як висота рослин, вага зерна з головного колосу, маса тисячі зерен, частково вага зерна з рослини. Генотипи сортів

французької селекції виявилися різними по відношенню до дії гамма-променів, що проявилось в більш високій чутливості у сорту Courtiot. Це показує їх кардинальні особливості при використанні як суб'єктів для мутаційної мінливості в майбутньому - оптимальним з огляду на подальше використання для отримання мутацій є дози 100 – 200 Гр., але для сорту Gallixe можливе використання дози 250 Гр. В подальшому планується дослідження частоти змін у другому поколінні та перевірка їх успадкування у третьому поколінні, визначення перспективних форм.

Список використаних джерел

1. Asif J. (2020). Effect of different pre-treatments on seed germination of *Prosopis juliflora* and *Dalbergia sissoo*: a step towards mutation breeding, *Journal of forest science*,

66, 80–88. doi: <https://doi.org/10.17221/64/2019-JFS>.

2. Hallajian M.T. (2016). Mutation Breeding and Drought Stress Tolerance in

Назаренко М. М., Лихолат Ю. В., Савосько В. М.

Plants, *Drought Stress Tolerance in Plants*, 2, 359–383. doi: 10.1007/978-3-319-32423-4_13.

3. Hiroyasu Y. (2018). Mutation breeding of ornamental plants using ion beams, *Breeding Science*, 68(1), 71–78. doi: 10.1270/jsbbs.17086

4. Kolakar S.S., Nadukeri S., Jakkeral S.A., Hanumanthappa M. & Gangaprasad S. (2018). Role of mutation breeding in improvement of medicinal and aromatic crops: Review, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, SP3, 425–429. doi: <http://dx.doi.org/10.4171/2267-0412.100e108>.

5. Nazarenko M., Lykholat Y., Grigoryuk I. & Khromykh N., (2018). Optimal doses and concentrations of mutagens for winter wheat breeding purposes. Part I. Grain productivity, *Journal of Central European Agriculture*, 19(1), 194–205. doi: /10.5513/JCEA01/19.1.2037.

6 Nazarenko M., Beiko V. & Bondarenko M. (2019). Induced mutations of winter wheat caused by gamma-rays fixed on plant height and stem structure, *Agriculture and Forestry*, 65(3), 75–83. doi: 10.17707/AgricultForest.65.3.06.

7. Naveed A., Nazir A., Abdu, H., Raza S. & Muhammad A. (2015). Mutation breeding: a tool to improve wheat yield and yield components, *Life Science*, 9 (1), 3274–3279.

8. Shu Q.Y., Forster B.P. & Nakagava H., (2013). Plant mutation breeding and biotechnology. CABI publishing, Vienna. doi: 10.1079/9781780640853.0000.

9. Spencer-Lopes M.M., Forster B.P. & Jankuloski L. (2018). Manual on mutation breeding. Third edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

10. Xicun D., Xia Y., & Wenjian L. (2016). Plant Mutation Breeding with Heavy Ion Irradiation at IMP, *Journal of Agricultural Science*, 8(5), 34–41. doi: 10.5539/jas.v8n5p34.

References

1. Asif J. (2020). Effect of different pre-treatments on seed germination of *Prosopis juliflora* and *Dalbergia sissoo*: a step towards

mutation breeding, *Journal of forest science*, 66, 80–88. doi: <https://doi.org/10.17221/64/2019-JFS>.

2. Hallajian M.T. (2016). Mutation Breeding and Drought Stress Tolerance in Plants, *Drought Stress Tolerance in Plants*, 2, 359–383. doi: 10.1007/978-3-319-32423-4_13.

3. Hiroyasu Y. (2018). Mutation breeding of ornamental plants using ion beams, *Breeding Science*, 68(1), 71–78. doi: 10.1270/jsbbs.17086

4. Kolakar S.S., Nadukeri S., Jakkeral S.A., Hanumanthappa M. & Gangaprasad S. (2018). Role of mutation breeding in improvement of medicinal and aromatic crops: Review, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, SP3, 425–429. doi: <http://dx.doi.org/10.4171/2267-0412.100e108>.

5. Nazarenko M., Lykholat Y., Grigoryuk I. & Khromykh N., (2018). Optimal doses and concentrations of mutagens for winter wheat breeding purposes. Part I. Grain productivity, *Journal of Central European Agriculture*, 19(1), 194–205. doi: /10.5513/JCEA01/19.1.2037.

6 Nazarenko M., Beiko V. & Bondarenko M. (2019). Induced mutations of winter wheat caused by gamma-rays fixed on plant height and stem structure, *Agriculture and Forestry*, 65(3), 75–83. doi: 10.17707/AgricultForest.65.3.06.

7. Naveed A., Nazir A., Abdu, H., Raza S. & Muhammad A. (2015). Mutation breeding: a tool to improve wheat yield and yield components, *Life Science*, 9 (1), 3274–3279.

8. Shu Q.Y., Forster B.P. & Nakagava H., (2013). Plant mutation breeding and biotechnology. CABI publishing, Vienna. doi: 10.1079/9781780640853.0000.

9. Spencer-Lopes M.M., Forster B.P. & Jankuloski L. (2018). Manual on mutation breeding. Third edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

10. Xicun D., Xia Y., & Wenjian L. (2016). Plant Mutation Breeding with Heavy Ion Irradiation at IMP, *Journal of Agricultural Science*, 8(5), 34–41. doi: 10.5539/jas.v8n5p34.

**WINTER WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.) MUTATION
DEPRESSION UNDER GAMMA-RAYS ACTION****M. M. Nazarenko, Y. V. Lykholat, V. M. Savosko**

Abstract. *The purpose of our investigation was to identify the features of the depressive effects of the aftereffect of different doses of gamma-rays on winter wheat varieties of local breeding in terms of germination, survival, morphometry, yield. The parameters of germination and survival, the passage of the main phases of ontogenesis in winter wheat plants of French varieties (Courtiot and Gallixe) at the first generation were studied. The influence of mutagenic depression on parameters of yield structure (morphometry of mature plants) was established and the level of their variability was estimated too. In 2019 - 2020, experiments were conducted in the research fields of the research center of the Dnieper State Agrarian and Economic University. The experiments used seeds of Courtiot and Gallixe varieties, irradiated with gamma rays in doses of 100, 150, 200, 250, 300 Gy. Control was dry seeds. The variety Gallixe can be classified as resistant to gamma-rays, the variety Courtiot was corresponded to high-sensitive. Parameter of germination and survival were directly correlated with increasing dose, with a dose of 200 Gy already semi-lethal, a dose of 250 Gy for variety Courtiot was sublethal, 300 Gy dose full-lethal, for the variety Gallixe sublethal was 300 Gy dose by which almost no plant material was obtained. Such parameters as plant height, weight of grain from the main spike and weight of thousand grains, partially (except for doses of 100-150 Gy) weight of grain from the plant reliably reproduce the mutagenic depression. Depression of the variety is affected by the dose of mutagen more than the genotype of the variety; the plant height parameter clearly demonstrates mutagenic depression. According to the results of factor and discriminant analysis as indicators affected by genotype-mutagenic interaction should be used germination and survival, pollen sterility, plant height, grain weight per spike, weight of thousand grains. Doses of 100 - 200 Gy are optimal for further use to obtain mutations; it is possible to use a dose of 250 Gy for the variety Gallixe.*

Key words: *winter wheat, gamma-rays, depression, mutagenesis*

**МУТАГЕННАЯ ДЕПРЕССИЯ У ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ (*TRITICUM
AESTIVUM* L.) ПРИ ДЕЙСТВИИ ГАММА-ЛУЧЕЙ****Н. Н. Назаренко, Ю. В. Лихолат, В. Н. Савосько**

Аннотация. *Целью наших исследований было выявить особенности депрессивных последствий последствие различных доз гамма-лучей у сортов пшеницы озимой французской селекции по показателям всхожести, выживания, морфометрии, урожайности. Исследованы показатели всхожести и выживания, прохождение основных фаз онтогенеза у растений озимой пшеницы сортов французской селекции (Courtiot и Gallixe) в первом поколении. Установлено влияние мутагенной депрессии на показатели структуры урожайности (морфометрию зрелых растений) и установлен уровень их изменчивости. В 2019 - 2020 гг. опыты проводились на опытном поле научно-исследовательского центра Днепропетровского государственного аграрно-*

Назаренко М. М., Лихолат Ю. В., Савосько В. М.

экономического университета. В опытах использовались семена сортов Courtiot и Gallixe, облучённые гамма-лучами в дозе 100, 150, 200, 250, 300 Гр. Контроль - сухие семена. Сорт Gallixe можно отнести к устойчивым к действию гамма-лучей, сорт Courtiot к високосенситивным. Показатели всхожести и выживания прямо коррелировали с ростом дозы, причём доза 200 Гр уже была полублетальной, доза 250 гр. для сорта Courtiot сублетальной, доза 300 гр. полностью летальной, для сорта Gallixe сублетальной была доза 300 Гр при которой почти не получено растительного материала. Надёжно воспроизводят картину мутагенной депрессии такие показатели как высота растений, вес зерна с главного колоса и масса тысячи зёрен, частично (кроме доз 100-150 Гр) вес зерна с растения. На депрессию сорта доза мутагена влияет больше, чем генотип сорта, показатель высота растения чётко демонстрирует мутагенную депрессию. По результатам факторного и дискриминантного анализа как показатели на которые влияет генотип-мутагенное взаимодействие следует использовать всхожесть и выживание, стерильность пыльцы, высоту растений, вес зерна с колоса, массу тысячи зёрен. Оптимальными, учитывая дальнейшее использование для получения мутаций, являются дозы 100 - 200 Гр, возможно использование дозы 250 Гр для сорта Gallixe.

Ключевые слова: пшеница озимая, гамма-лучи, депрессия, мутагенез

МОЛОЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОБИЛ НОВООЛЕКСАНДРІВСЬКОЇ ПОРОДИ РІЗНИХ ЛІНІЙ**А. П. ТАРАДАЙКО**, аспірант*,

E-mail: a.taradajko2021@gmail.com

Л. М. ЗЛАМАНЮК, кандидат сільськогосподарських наук, доцент*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

E-mail: zlamanuk@nubip.edu.ua

<https://doi.org/10.31548/dopovid2021.01.009>

***Анотація.** У статті наведена молочна продуктивність кобил новоолександрівської ваговозної породи різних ліній. Встановлено що кобили дійного табун належать до шести основних ліній новоолександрівської ваговозної породи, найбільше кобил належать до лінії Тантала. На основі первинної зоотехнічної документації кінного заводу проаналізовані показники відтворення табуна за 2009, 2010 та 2011 рр.. Найвищі показники молочності в кобил новоолександрівської ваговозної породи Дібрівського кінного заводу були в представниць ліній Тантала (Бінго, Жакліна), Капітена (Жожоба, Рєзьба, Фібра) та Кокетливого (Травка, Рослінка), середня молочна продуктивність яких була від 1825 до 2600 л молока за лактацію. Найвищий середній показник надоїв був у кобил ліній Капітена та Кокетливого та становив 1809,02л та 1639,64 л відповідно.*

***Ключові слова:** кобили, лінія, молочна продуктивність*

Основою будь-якої галузі тваринництва є племінна справа. В конярстві розведення будь якої породи ведеться за лініями (окрім арабської – в основі розведення даної породи лежать маточні родини [4]) [2]. Новоолександрівська ваговозна порода апробована і затверджена як нове селекційне досягнення у 1998 році. Породу виведена на основі новоолександрівського та дібрівського типу російського ваговоза, в основі якого лежать гірські ардени, брабансони та частково першерони. Селекційна

робота спрямована була на укрупнення коней, поліпшення екстер'єру і підвищення роботоздатності. Робота велася з жеребцями ліній Караула, Ларчика, Поденщика. На даний момент робота в породі ведеться з лініями Кокетливого, Стиля, Тантала, Капітена, Газона, Градуса та Поденщика [1, 6].

Як уже зазначалося у працях Юсюк Т.А. [7], новоолександрівська ваговозна порода у широтах України дуже добре підходить для розвитку продуктивного конярства, зокрема

Тарадайко А. П., Зламанюк Л. М.

молочного. Цілеспрямована селекція на молочну продуктивність в породі не велася, тому з популяризацією продукту з кобилячого молока – кумису – виникла необхідність дослідити молочну продуктивність кобил в залежності від їх походження. Нами було проведено дане дослідження на поголів'ї дійних кобил Дібрівського кінного заводу.

Метою досліджень було дослідження показників молочної продуктивності кобил новоолександрівської вагвозної породи різних ліній.

Методика та методи проведення. Впродовж 2009-2011 років у Дібрівському кінному заводі лактувало 26 кобил. Інформація про походження та показники плодючості кобил біли взяті з первинної зоотехнічної документації, а саме з заводської книги племінних кобил та журналів вижеребки, проб і парування. Родоводи тварин склали на основі державної книги племінних коней [3]. Надій тварин визначали методом контрольного діння, яке проводилось в кінці кожного місяця. Молочну продуктивність кобил визначали розрахунковим шляхом за допомогою формули І.А. Сайгіна:

$$U_d = \frac{U_\phi \times 24}{T}$$

де: U_d – добовий (валовий) надій кобили, л;

U_ϕ – фактичний (товарний) надій молока, л;

T – час, впродовж якого кобила доїться, год.

Біометричну обробку даних здійснювали за методикою М.А. Плохінського, 1968 р., та на ПК з програмним забезпеченням MS Excel.

Результати досліджень.

Економічна ефективність молочного конярства господарства і галузі в цілому напряму залежить від показників плодючості кобил породи. У таблиці 1 наведено походження та плодючість кобил новоолександрівської вагвозної. Дані таблиці свідчать, що в господарстві наявні представниці наступних ліній: Тантала – 8 голів, Капітена – 6, Кокетлівого – 5, Газона – 4 і Градуса – 3 голови. Як бачимо, загальний вихід лошат в господарстві на 2001 рік становив 78,4 %, тоді як в загальному в породі ця цифра становила 74,6 %. Потенціально для даної породи цей показник може бути кращим, і досягати 80-95 %, адже окремі кобили мали гарний вихід лошат. Це кобили: Точка лінії Газона за 9 років у племядрі мала 9 лошат, Різьба лінії Капітена – 6 лошат за 6 плодкових років, Бариня (лінія Капітена) та Репутація (лінія Газона) за 9 років привели по 8 здорових лошат, Корона лінії Градуса відповідно за 8 років 7 лошат. Негативну статистику мала кобил Регальта лінії Тантала – за п'ять років перебування у маточному складі від неї отримали лише одне

Тарадайко А. П., Зламанюк Л. М.

лоша. Але такий випадок це скоріше виключення. Як бачимо, кращі показники коневиробництва в господарстві були у представників ліній Капітена та Газона, тоді як по

породі кращі показники були у кобил ліній Поденщика (89,2 %), Стиля (79,4 %) та Кокетливого (79,1 %).

1. Походження та плодючість кобил

№ п/п	Кличка кобили	Показники плодючості			Походження		
		загальна кількість плодівих років	кількість отриманих лошат	аборти і слабо-народжені	батько	мати	лінія
1.	Бариня	9	8	1	Баланс	Роскош	Капітена
2.	Бінго	4	3	1	Гольф	Бариня	Тантала
3.	Жакліна	11	9	2	Кок	Жеруха	Тантала
4.	Жаринка	5	4	1	Рок-н-ролл	Жакліна	Кокетливого
5.	Жожоба	3	2	1	Баланс	Журавка	Капітена
6.	Корона	8	7	1	Князь	Коретка	Градуса
7.	Ракета	2	2	0	Князь	Ревізія	Градуса
8.	Ревізія	12	8	4	Вольво	Розкош	Тантала
9.	Регальта	5	1	4	Гольф	Репутація	Тантала
10.	Релігія	3	3	0	Леопольд	Репутація	Тантала
11.	Репутація	9	8	1	Транзйт	Рея	Газона
12.	Різьба	6	6	0	Баланс	Речка	Капітена
13.	Река	2	2	-	Князь	Рябушка	Градуса
14.	Розга	3	3	0	Гольф	Розіта	Тантала
15.	Розіта	10	5	5	Транзйт	Репетиція	Газона
16.	Розрубка	6	5	1	Баланс	Реалія	Капітена
17.	Рослінка	11	8	3	Кумис	Розкош	Кокетливого
18.	Ростра	4	2	2	Рок-н-ролл	Роксолана	Кокетливого
19.	Рулетка	1	1	0	Леопольд	Рябінка	Тантала
20.	Руслана	3	3	0	Леопольд	Редакція	Тантала
21.	Рябінка	7	5	2	Баланс	Раковина	Капітена
22.	Техніка	11	9	2	Кумис	Тетіва	Кокетливого
23.	Точка	9	9	0	Транзйт	Тетіва	Газона
24.	Травка	11	8	3	Кабак	Тетіва	Кокетливого
25.	Фата	10	7	3	Транзйт	Фактура	Газона
26.	Фібра	6	4	2	Баланс	Фата	Капітена
Вихід лошат, %			78,4				

Впродовж трьох років нами збиралися щомісячні дані контрольних доїнь кобил. У таблиці 2 показано молочну продуктивність

усіх кобил, що перебували в дійному табуні у 2009-2011 роках. Тварини розподілені за лініями, також вказано рік народження, щоб мати уявлення

Тарадайко А. П., Зламанюк Л. М.

про їх вікову категорію. В цілому кобил за молочною продуктивністю можна розділити на три групи: тварини з високою молочною продуктивністю (1800л і більше), середньою (1200...1800л) і низькою (надій менше 1200 л молока за лактацію). Вважається, що для середньодобового приросту 1 кг новонародженого лошати, йому потрібно споживати біля 10 л

материнського молока. Тобто, для нормального приросту молодняку кобила має мати середньодобовий надій 8...11 л. Якщо продуктивність нижча, то відповідно лошата будуть відставати у розвитку від своїх ровесників. І навпаки, у кобил із середньодобовими надоями більше 12 літрів, лошата своїми екстер'єрними даними вигідно відрізнялися від решти.

2. Індивідуальна молочна продуктивність кобил

№	Кличка і рік надодження кобил	Молочна продуктивність, л			
		2009	2010	2011	середня
лінія Гантала					
1	Бінго 2004	-	-	2600	2600
2	Жакліна 1996	1565	-	2085	1825
3	Ревізія 1994	-	881,5	-	881,5
4	Регальта 2003	-	1158	-	1158
5	Релігія 2005	696	702	1085	827,7±157,6
6	Розга 2003	916	983,5	1309	1069,5±148,6
7	Рулетка 2005	505,2	-	-	505,2
8	Руслана 2005	520,5	1356,5	1979,5	1285,5±517,7
лінія Капітена					
1	Бариня 1999	1248,4	1168	1644	1353,5±180,2
2	Жожоба 2005	-	1568	2662	2115
3	Різьба 2002	1296	2269	2179	1914,8±380,3
4	Розрубка 2002	1439,5	1548	2160	1715,8±274,7
5	Рябінка 2001	1770	1624	-	1697
6	Фібра 2002	1849	2267	-	2058
лінія Кокетливого					
1	Жаринка 2003	1402	1083,5	2435	1640,2±499,6
2	Рослинка 1993	1879	-	-	1879
3	Ростра 2002	-	1472,5	-	1472,5
4	Техніка 1996	846	-	1739	1292,5
5	Травка 1995	1879	1949	-	1914
Лінія Газона					
1	Репутація 1998	1247	-	1739	1493
2	Розіта 1997	1073,6	1044,5	-	1059,1
3	Точка 1998	1339	1572	1837	1582,7±176,2
4	Фата 1997	1518	1626,5	-	1571,8
лінія Градуса					
1	Корона 2000	1056,5	1157	1622	1278,5±213,3
2	Ракета 2006	-	642	1103,5	872,8
3	Река 2006	-	1226	1827,5	1526,8

Тарадайко А. П., Зламанюк Л. М.

Як бачимо, найбагаточисельніша група кобил, що належали до лінії Тантала, має найбільш нерівномірний розподіл за молочною продуктивністю, тоді як показники коневиробництва у цих тварин були стабільно хороші.

До цієї лінії належать кобили з найвищою та найнижчою молочною продуктивністю в усьому дійному табуні. Це, відповідно, кобили Бінго 2600 л молока за лактацію та Рулетка – лише 505 л. До речі, Рулетка після першої ж лактації була вибракувана з маточного поголів'я і продана для робоче-користувального використання в приватний сектор.

3. Молочна продуктивність кобил різних ліній

№	Лінія	Кількість кобил	Середній вік, р	Середня молочна продуктивність, л
2	Тантала	8	8,6	1269,05
3	Капітена	6	8,8	1809,02
4	Кокетливого	5	12,4	1639,64
5	Газона	4	13,0	1426,65
6	Градуса	3	7,0	1226,03

За наведеними даними бачимо, що лініям Газона та Кокетливого належали кобили переважно старшого віку, а як показують наші попередні дослідження, у конярстві молочність маток з віком помітно зростає [6] і як правило залишається на сталому рівні до кінця використання їх як дійних тварин. В окремих випадках, молочність у старшому віці різко падає, як це можна побачити у кобили Ревізії 1994 р.н., що належала лінії Тантала – за 2010 рік в неї була продуктивність

Найбільше кобил з високою молочною продуктивністю походять від лінії Капітена – Жожоба 2115 л, Фібра – 2058л, Резьба 1914 л. Решта кобил цієї групи також мали гарні надої. Також гарну молочність мала найстаріша кобила табуна Рослінка, що належала до лінії Кокетливого, її надій склав 1879 л за лактацію 2009 року. З усього табуна 12 кобил мали середню молочну продуктивність, 7 – високу, що складає 73 % від загальної кількості кобил.

Середні показники молочної продуктивності кобил за лініями наведені в таблиці 3.

лише 881,5 л молока за лактацію, хоч в попередні роки, згідно облікової документації кумисної ферми, вона мала седні показники молочності. Як бачимо, найкраща молочна продуктивність була у представниць лінії Капітена – 1809,02л. Дещо поступаються кобили лінії Кокетливого – 1639,64л молока. Найчисельніша група кобил лінії Тантала мала середній показник молочної продуктивності 1269,05л. Найнижча середня молочність

Тарадайко А. П., Зламанюк Л. М.

належала кобилам лінії Градуса – 1226,03 л.

Висновок. Кобили новоолександрівської ваговозної породи характеризуються високим генетичним потенціалом відтворної здатності – середній показник їх плодючості в господарстві становив 78,4%, а кобили Точка лінії Газона та Резьба лінії Капітена мали стовідсотковий вихід приплоду. Найвищі показники молочності в

кобил новоолександрівської ваговозної породи Дібрівського кінного заводу були в представницькій лінії Тантала (Бінго, Жакліна), Капітена (Жожоба, Резьба, Фібра) та Кокетливого (Травка, Рослинка), середня молочна продуктивність яких була від 1825 до 2600 л молока за лактацію. Найвищий середній показник надоїв був у кобил ліній Капітена та Кокетливого та становив відповідно 1809,02 та 1639,64 л.

Список використаних джерел

1. Волков Д. А., Ткачова І. В., Корниенко А. А. Новоолександровская тяжеловозная порода. Мат. міжн. наук. – практ. конф. “Селекційні та еколого – економічні аспекти конярства”. Харків, НТБ ІТ УААН. 2008. № 98. С. 37-43.
2. Гопка Б. М., Хоменко М. П., Павленко П. М. Конярство: підручник. Київ, Вища освіта. 2004. 320 с.
3. Лютих С. В. та ін. Державна книга племінних коней новоолександрівської ваговозної породи. / за ред. Д. А. Волкова. К.: 2003. Т. I. 316 с.
4. Перепелова О. В. Арабская лошадь. М.: “Аквариум-Принт”, 2009. 128 с.
5. Тарадайко А.П. Молочна продуктивність кобил новоолександрівської ваговозної породи. Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН України. 2017. №117. С. 191-195.
6. Ткачова І. В. Перспективи розвитку тяжеловозного коневодства України. Матеріали міжн. наук.-практ. конф. “Селекційні та еколого – економічні аспекти конярства. Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва ІТ УААН. 2008. № 98. С. 37-43.
7. Юсюк Т. А. Динаміка молочної продуктивності кобил новоолександрівської ваговозної породи за сезонного отримання молока. Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН України. 2017. № 118 С. 217-224.

References

1. Volkov D. A., Tkachova I. V., Korniyenko A. A. (2008). Novooleksandrovskaya tyazhelovoznaya poroda. Mat. mizhn. nauk.–prakt. konf. “Selektsiynny ta ekologo – ekonomichny aspekti konyarstva”. Kharkiv. NTB IT UAAN. № 98. S. 37-43.
2. Hopyka B. M., Khomenko M. P., Pavlenko P. M. (2004). Konyarstvo: Pidruchnyk [Horse breeding: Textbook]. Kyiv, Vyshcha osvita. 320 s.
3. Lyutykh S. V. (2003). Derzhavna knyha plemynnykh koney novooleksandrivskoyi vahovoznoyi porody [State book of tribal horses of Novoaleksandrovsky heavy breed], red..D. A. Volkova. Kyiv, Vol. I. 316 s
4. Perepelova O. V. (2009). Arabskaya loshad. M.: “Akvarium-Print”. 128 s.
5. Taradayko A. P. (2017). Molochna produktyvnist kobyl novooleksandrivskoyi vahovoznoyi porody //Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu tvarynnytstva NAAN Ukrainy. №117. P. 191-195.
6. Tkacheva I. V. Perspektivy razvitiya tyazhelovoznogo konevodstva Ukrainy. Materiali mizhn. nauk.-prakt. konf. “Selektsiynny ta ekologo – ekonomichny aspekti konyarstva”. Naukovo-tekhnichniy byuleten Institutu tvarinnitstva IT UAAN. 2008. № 98. P. 37-43.
7. Yusyuk T. A. Dynamika molochnoyi produktyvnosti kobyl novooleksandrivskoyi vahovoznoyi porody za sezonnoho otrymannia moloka. Naukovo-tekhnichnyi biuleten

МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОБЫЛ НОВОАЛЕКСАНДРОВСКИЙ ПОРОДЫ РАЗНЫХ ЛИНИЙ

А. П. Тарадайко, Л. М. Зламанюк

Аннотация. В статье приведена молочная продуктивность кобыл новоалександровской тяжеловозной породы разных линий. Установлено, что кобылы дойного табуна принадлежат к шести основным линиям новоалександровской тяжеловозной породы, больше всего поголовья кобыл относится к линии Тантала. На основе первичной зоотехнической документации конного завода проанализированы показатели воспроизводства табуна за 2009, 2010 и 2011 гг. Самые высокие показатели молочности кобыл новоалександровской тяжеловозной породы Дубровского конного завода были у представительниц линий Тантала (Бинго, Жаклина), Капитэна (Жожоба, Резьба, Фибра) и Кокетливого (Травка, Рослинка), средняя молочная продуктивность которых была от 1825 до 2600 л молока за лактацию. Наивысший средний показатель надоев был у кобыл линий Капитэна и Кокетливого и составил 1809,02 л и 1639,64 л соответственно.

Ключевые слова: кобылы, линия, молочная продуктивность

MILK PRODUCTIVITY OF NOVOLEKSANDRIVSKY MAYS OF DIFFERENT LINES

A. P. Taradayko, L. M. Zlamaniuk

Abstract. The article shows the milk productivity of mares of the Novoaleksandrovska heavy draft breed of different lines. It was found that the milking herd mares belong to the six main lines of the Novoaleksandrovska heavy draft breed, most of all the number of mares belongs to the Tantalus line. Based on the primary zootechnical documentation of the stud farm, the indicators of herd reproduction for 2009, 2010 and 2011 were analyzed. The highest milk production rates of mares of the Novoaleksandrovska heavy draft breed of the Dubrovsky stud farm were among the representatives of the Tantalus (Bingo, Jacqueline), Captain (Jojoba, Rezba, Fibra) and Koketlivy (Travka, Roslinka) lines, whose average milk productivity was from 1825 to 2600 liters of milk per lactation. The highest average milk yield was observed in mares of the Kapitan and Koketlivy lines and amounted to 1809.02 liters and 1639.64 liters, respectively.

Key words: Mares, line, milk productivity

**РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДУ ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ ЗАХИСТУ
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ВІД НАВМИСНИХ ЗАГРОЗ, ЯК СКЛАДОВА
УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕЧНІСТЮ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ****Ю. В. СЛИВА**, доцент кафедри технології м'ясних, рибних та морепродуктів
Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: yuliia_slyva@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.01.010>

***Анотація.** Актуальність роботи. Робота присвячена розробленню та обґрунтуванню методу ідентифікації і оцінювання ризиків захисту харчових продуктів від економічно мотивованого шахрайства та біотероризму з врахуванням вимог міжнародних стандартів до розроблення та функціонування систем управління безпекою харчових продуктів.*

Мета роботи – науково обґрунтувати та розробити метод ідентифікації і оцінювання ризиків захисту харчових продуктів від економічно мотивованого шахрайства та біотероризму, який базується на концепціях VACCP і TACCP з врахуванням вимог міжнародних стандартів GLOBALG.A.P. та ISO 22000:2018.

Методи дослідження – теоретико-моделювальні (розроблення методу ідентифікації та вибір критеріїв оцінювання ризиків), репрезентативні (представлення застосування розробленого методу) та діагностичні. В рамках останніх перевірено можливість застосування розробленого методу для оцінюванні ризиків захисту харчових продуктів від економічно мотивованого шахрайства та навмисної шкоди з врахуванням вимог міжнародних стандартів.

Результати. Розроблено метод ідентифікації і оцінювання ризиків захисту харчових продуктів від економічно мотивованого шахрайства та навмисної шкоди з врахуванням вимог міжнародних стандартів, визначені критерії та методологія оцінювання ризиків.

***Ключові слова:** управління ризиками, метод ідентифікації, критерії оцінювання, концепція VACCP та TACCP, економічно мотивоване шахрайство, біотероризм*

Актуальність роботи. Стійкий розвиток операторів ринку харчових продуктів визначається підходами та методами їх управління. З 2015 року, після прийняття та введення в дію міжнародного стандарту ISO 9001:2015 «Системи менеджменту якості. Вимоги», бізнес в цілому, та оператори ринку харчових продуктів зокрема повинні були переглянути

свою концепцію управління з врахуванням процесного підходу та ризик орієнтованого мислення. Процесний підхід передбачає визначення та розроблення заходів управління сукупністю видів діяльності, які є впорядкованими та послідовними, з метою досягнення встановленої мети та цілей діяльності. Ризик-орієнтоване мислення має

Слива Ю. В.

сприяти визначенню чинників, небезпек та факторів, які можуть призвести до відхилення від запланованих результатів процесів зокрема та системи менеджменту взагалі, а також розробленню та використанню попереджувальних заходів управління для мінімізації можливих негативних наслідків ризиків.

У 2018 році набула чинності нова версія міжнародного стандарту ISO 22000:2018 «Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга», у тому ж 2018 році була переглянута версія найбільш затребуваного первинними виробниками стандарту GLOBALG.A.P. щодо впровадження належної сільськогосподарської практики. Основною відмінністю нових версій стандартів було обов'язковість застосування ризик-орієнтованого мислення. А саме, оператори ринку харчових продуктів повинні були визначати ризики, щодо яких існує імовірність їх впливу позитивного чи негативного на здатність системи менеджменту досягати поставлених цілей, а також вживати заходів управління ризиками.

Крім зазначених новацій у 2016 році GFSI (Глобальна ініціатива безпечності харчових продуктів), як найвпливовіше об'єднання та мережа зацікавлених сторін що визначає найкращі практики визнання та

сертифікації систем управління безпечністю харчових продуктів, поряд із застосуванням концепції НАССР (Аналіз небезпек та критичні контрольні точки) рекомендує застосовувати концепції VACCP (Аналіз вразливості та критичні контрольні точки) та TACCP (Аналіз загроз та критичні точки контролю).

Процедура управління ризиками, яка базується на принципах НАССР, відома операторам ринку та застосовна як на рівні законодавства різних країн, так і на рівні вимог добровільних стандартів щодо систем управління безпечністю харчових продуктів. Щодо процедур управління ризиками навмисних загроз, які базуються на принципах VACCP та TACCP, не існує на сьогодні загально прийнятих підходів, методології та методів щодо управління ризиками навмисної шкоди та шахрайства з харчовими продуктами.

Тому, розроблення та обґрунтування методологічних підходів та методів ідентифікації і оцінювання ризиків захисту харчових продуктів від економічно мотивованого шахрайства та навмисної шкоди з врахуванням вимог міжнародних стандартів до систем управління безпечністю харчових продуктів є актуально.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для розуміння зміни підходів в методології оцінки ризиків слід розглянути хронологію

Слива Ю. В.

визначення поняття «ризик» та останніх досліджень щодо застосування методів ідентифікації та оцінювання ризиків взагалі та в системах управління зокрема.

Поняття «ризик» використовується досить давно, та супроводжує діяльність людини та розвиток науково-технічного прогресу. Кожна дія, рішення чи винахід супроводжуються ризиками, вірогідність та суттєвість наслідків від яких впливають на досягнення мети та отриманий результат. Але слід рахувати, що вперше, ризик як кількісну характеристику описав П Ферма в своїй теорії імовірності [1]. Подальший розвиток теорії ймовірності став в подальшому основним методологічним інструментом під час кількісного оцінювання ризику. Д.Барнуллі, який розробив процедури статистики, визначив, що під час оцінювання ризику слід враховувати не лише вірогідність, а і величину наслідків [2]. Т. Байес сформував теорему гіпотез, яка дозволяє визначити яким чином ступінь інформованості про об'єкт управління: процес, продукт чи послугу, впливає на прийняття рішення, а отже і на результат [3]. Ф. Гальтон відкрив таке явище, як регресія, яке нині досить часто використовується під час аналізу ризиків [3].

Щодо управління ризиками безпечності харчових продуктів, починаючи з 1997 року міжнародні та

регіональні організації в сфері сільського господарства та продовольства, стандартизації починають оприлюднювати керівні положення та рекомендації для ідентифікації, оцінювання та управління ризиком. Серед них Комісія з Кодексу Аліментаріусу [4-7], Європейський орган з безпеки харчових продуктів [8-9], Всесвітня організація сільського господарства та продовольства FAO [10-12]. Зокрема, зазначені організації визначають ризики стосовно безпечності харчових продуктів з врахуванням суттєвості впливу на здоров'я споживачів і визначають для ідентифікації ризику мікробіологічні та хімічні, які можуть бути ідентифіковані із застосуванням концепції НАССР. Стосовно управління ризиками навмисних загроз, які базуються на принципах VACCP та TACCP міжнародні і регіональні фахові організації не мають усталених рекомендацій чи керівних положень.

Слід зазначити, що з 2014 року GFSI оприлюднила позицію про зменшення ризику завдання шкоди через економічно мотивоване шахрайство з харчовими продуктами. У документі колегія GFSI вирішила рекомендувати щодо шахрайства з харчовими продуктами включити в визнані схеми сертифікації та стандарти стосовно систем управління безпечністю харчових продуктів два етапи пом'якшення

Слива Ю. В.

впливу у вигляді двох ключових елементів: вимагати від компанії проведення оцінки ризиків вразливості щодо шахрайства та мати план управління ризиками [13]. Але чіткої методології та методів ідентифікації та управління ризиками стосовно загроз попередження шахрайства з харчовими продуктами визначено не було, і оператори ринку харчових продуктів мали застосовувати загальні підходи та методи, які запозичувались в концепції HACCP.

У тому ж році Британським департаментом навколишнього середовища, продовольства та сільського господарства (DEFRA) та Британським агентством з харчових стандартів (FSA) за сприяння Британського інституту стандартизації (BSI) було розроблено PAS 96, як настанови із застосування принципів TACCP та VACCP попередження навмисної шкоди та псування харчових продуктів, що включає: вимагання, навмисне забруднення (біотероризм), кіберзлочинність, шпигунство, економічно мотивоване шахрайство, фальсифікація [14-16].

Нині всі стандарти і схеми сертифікації, які визнаються GFSI, в обов'язковому порядку містять вимогу про оцінювання ризиків щодо навмисної шкоди та розроблення заходів керування ними.

Найбільш застосовний стандарт до первинних виробників, це

інтегрований мультимодальний стандарт GLOBALG.A.P. [18]. Обов'язковими вимогами стандарту GLOBALG.A.P., версії 5.4 є розроблення та запровадження процедур оцінювання ризиків, необхідних для гарантії безпечності харчових продуктів, безпеки та гігієни праці співробітників та охорони навколишнього середовища [19]. При ідентифікації, аналізі та оцінюванні ризиків рекомендується застосовувати п'ять простих кроків:

Крок 1. Ідентифікуйте небезпеки.

Крок 2. Визначте, хто/що може постраждати і яким чином.

Крок 3. Оцініть ризики та прийміть рішення щодо запобіжних заходів.

Крок 4. Задokumentуйте плани/висновки такої діяльності та реалізуйте їх практично.

Крок 5. Періодично переглядайте виконане оцінювання ризиків та, за необхідності, актуалізуйте його.

Поняття ризику в стандарті визначається, як всі фактори, які здатні нанести шкоду. Для безпечності харчового продукту розглядають три види небезпек та пов'язані з ними ризики: біологічні (мікробіологічні), хімічні та фізичні. Для безпеки та гігієни праці розглядають небезпеки отруєння, ураження електричним струмом, шум, вібрацію, запилення, рухомі механізми та машини, що здатні нанести фізичні пошкодження. Для охорони навколишнього середовища

Слива Ю. В.

розглядають імовірні небезпеки як від діяльності агропідприємства, так і від впливу навколишнього середовища на підприємство. Під час ідентифікації небезпек рекомендовано робити акцент на об'єкт впливу: продукт, персонал,

навколишнє середовище, групи ризиків, які мають бути оцінені згідно вимог GLOBALG.A.P. представлено в табл.1. Щодо оцінювання ризиків навмисних загроз, ця вимога міститься в переліку ризиків стосовно безпечності харчових продуктів.

1. Групи ризиків, які мають бути ідентифіковані та оцінені згідно вимог GLOBALG.A.P.

Група ризиків	Вид ризиків
1	2
Від розміщення об'єкта (ділянки, поля, саду)	Попереднє використання об'єкта; Ґрунти; Вода; Алергени; Вплив на прилеглу територію та сусідство.
Гігієна праці	Машини, механізми, інвентар: Ємності для зберігання врожаю та інструменти; Технічні засоби та обладнання для збирання врожаю; Тимчасове зберігання зібраної продукції. Персонал, відвідувачі: Санітарні зручності та умови для працівників; Засоби індивідуального захисту; Інструктаж і навчання в сфері гігієни й охорони здоров'я.
Охорона праці	Рухомі машини та механізми; Метеорологічні небезпеки; Добрива та засоби захисту рослин; Статична електрика; Напруга в електричній мережі; Склади паливно-мастильних матеріалів; Виконання технологічних операцій (обрізка дерев, кущів, посадка насіння/саджанців, прополка, збирання і навантаження).
Водокористування	Наявність та якість води; Репутація агропідприємства; Фінансові небезпеки.
Використання засобів захисту рослин (ЗЗР) та добрив	Недотримання вимог при закупівлі та зберіганні ЗЗР та добрив; Недотримання або порушення інструкцій на тарних етикетках ЗЗР; Недотримання загальних належних сільськогосподарських практик (G.A.P.); Недотримання вимог компостування чи використання рослинних решток; Використання органічних добрив; Поводження з відходами, тарою із ЗЗР/добрив, промивними водами; Застосування методів відбору зразків та аналізу гранично допустимих концентрацій (ГДК) вмісту залишків ЗЗР/добрив; Застосування методів відбору зразків незалежними сторонами (лабораторіями); Недотримання належних практик щодо подальших етапів життєвого циклу продукції
Ризики, джерелом яких є вода	Використання води в передзбиральний період; Післязбиральне використання води (включаючи збирання урожаю, миття тощо); Вода із неконтрольованих джерел (повінь, сильні дощі)
Ризики, джерелом яких є шкідники	Прилеглі райони (загальні фактори); Наявність популяцій тварин поблизу засаджень або активність прилеглих тваринницьких підприємств; Наявність місць компостування/гнойових ям на агропідприємстві та по сусідству з ним; Наявність/близькість до умов, здатних принадити тварин, гризунів, птахів тощо; Домашні тварини/робоча худоба; Шкідники різних видів (наприклад, гризуни, птахи, мухи).

Слива Ю. В.

Після ідентифікації слід оцінити ризик від виявлених небезпек. В стандартах GLOBALG.A.P. рекомендовано використовувати експертний метод оцінювання ризику та встановлювати відношення ймовірності (низька чи висока) виникнення небезпеки до масштабу (суттєвості) потенційного впливу.

Після оцінювання ризиків слід розробити запобіжні заходи для суттєвих ризиків та розробити плани мінімізації або усунення. Кожного року реєстр ризиків та плани слід переглядати та актуалізувати.

Основоположним міжнародним стандартом щодо систем управління безпечністю харчових продуктів є ISO 22000:2018 «Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга», гармонізований в Україні, як ДСТУ ISO 22000:2019 [17], він є частиною схеми сертифікації FSSC 22000, яка визнається GFSI.

У зазначеному стандарті застосування ризик-орієнтованого мислення визначається, як необхідна складова для досягнення результативності системи управління безпечністю харчових продуктів (СУБХП). Ризик-орієнтоване мислення розглядається на двох рівнях – організаційному в цілому і виробничому та узгоджується з процесним підходом, який має застосовуватись при розробленні та функціонуванні систем менеджменту, модель процесного підходу із застосуванням ризик-орієнтованого мислення ISO 22000:2018 представлена на Рис. 1.



Рис. 1. Дворівнева модель процесного підходу із застосуванням циклу PDCA (плануй-дій-перевірйй-виконуй) ISO 22000:2018

Слива Ю. В.

Поняття ризик в стандарті визначається, як вплив невизначеності, і будь-яка невизначеність, яка може мати позитивні або негативні наслідки.

У контексті управління організаційними ризиками, позитивне відхилення, що випливає з ризику, може створити можливість, але не всі позитивні впливи від ризику призводять до можливостей.

Щоб відповідати вимогам стандарту організація повинна планувати і впроваджувати дії, спрямовані на усунення організаційних ризиків

Усунення ризиків створює основу для підвищення результативності СУБХП, досягнення результатів і запобігання несприятливих наслідків.

На виробничому (операційному) рівні концепція, заснована на оцінці ризик-орієнтованого мислення, базується на лише на принципах НАССР.

Етапи в реалізації принципів НАССР розглядаються, як необхідні заходи щодо запобігання або зниження рівня ризиків щодо безпечності харчових продуктів до прийнятного рівня для гарантування безпечності харчової продукції. Щодо навмисних загроз вимога до аналізування та управління ризиками щодо навмисної шкоди та шахрайства міститься в додаткових вимогам схеми сертифікації FSSC 22000, яка базується на ISO 22000 та ISO/TS

22002 за частинами.

Як результат огляду останніх тенденцій, публікацій та вимог чинних версій міжнародних стандартів слід зазначити, що поряд з обов'язковістю ідентифікації та оцінки ризиків щодо навмисних загроз в система управління безпечністю харчових продуктів нині в різних стандартах поняття ризик та групи ризиків не стандартизовані, не розроблено уніфікованої концепції, методології та методів, які б дозволили ідентифікувати, характеризувати та оцінювати ризики стосовно безпечності харчових продуктів в співставленні та поєднанні трьох концепцій НАССР, ТАССР та ВАССР.

Мета дослідження – науково обґрунтувати методологію, метод та модель ідентифікації і оцінювання ризиків захисту харчових продуктів від навмисних загроз: економічно мотивованого шахрайства та біотероризму, який базується на концепціях ВАССР і ТАССР з врахуванням вимог міжнародних стандартів GLOBALG.A.P. та ISO 22000:2018.

Методи дослідження. Серед методів дослідження було застосовано схематичне представлення (моделювання), теоретико-моделювальний (розроблення методу ідентифікації та вибір критеріїв оцінювання ризиків), репрезентативний (представлення застосування розробленого методу)

Слива Ю. В.

та діагностичний. В рамках останніх перевірено можливість застосування розробленого методу для оцінюванні ризиків захисту харчових продуктів від навмисних загроз, таких як економічно мотивоване шахрайство та біотероризм з врахуванням вимог міжнародних стандартів.

Результати дослідження та їх обговорення.

Ефективне розроблення, впровадження та подальше функціонування СУБХП пов'язується із необхідністю у застосуванні класичних – HACCP та комбінованих підходів – HACCP, TACCP, VACCP до управління безпекою харчових продуктів. Поєднуючи підходи до управління на певному етапі впровадження СУБХП, досягається можливість контролювання безпеки харчових продуктів з врахуванням ненавмисних загроз (HACCP) та навмисних загроз.

Якісний вибір та подальше застосування комплексу підходів, методів та критеріїв на кожному етапі впровадження, дозволить сформувати СУБХП, метою якої є всеосяжне гарантування безпеки харчових продуктів з врахуванням концепції «від лану – до столу».

Автором були розроблені структурно-логічні моделі застосування управлінських підходів до управління ризиками вразливості до шахрайства, яка базується на концепції VACCP та управління ризиками навмисної шкоди, яка

базується на концепції TACCP для розроблення, впровадження та функціонування систем управління безпекою харчових продуктів. Структурно-логічні схеми представлені на рис. 2, 3.

На першому етапі розроблення методології управління ризиками навмисної шкоди в системах управління безпекою харчових продуктів автором визначено основним підхід, зазначений в ISO 31000:2018 «Менеджмент ризиків. Принципи та настанови» [20]. Модель розроблялась з врахуванням процесного підходу та циклу PDCA. Цикл PDCA можна стисло описати так:

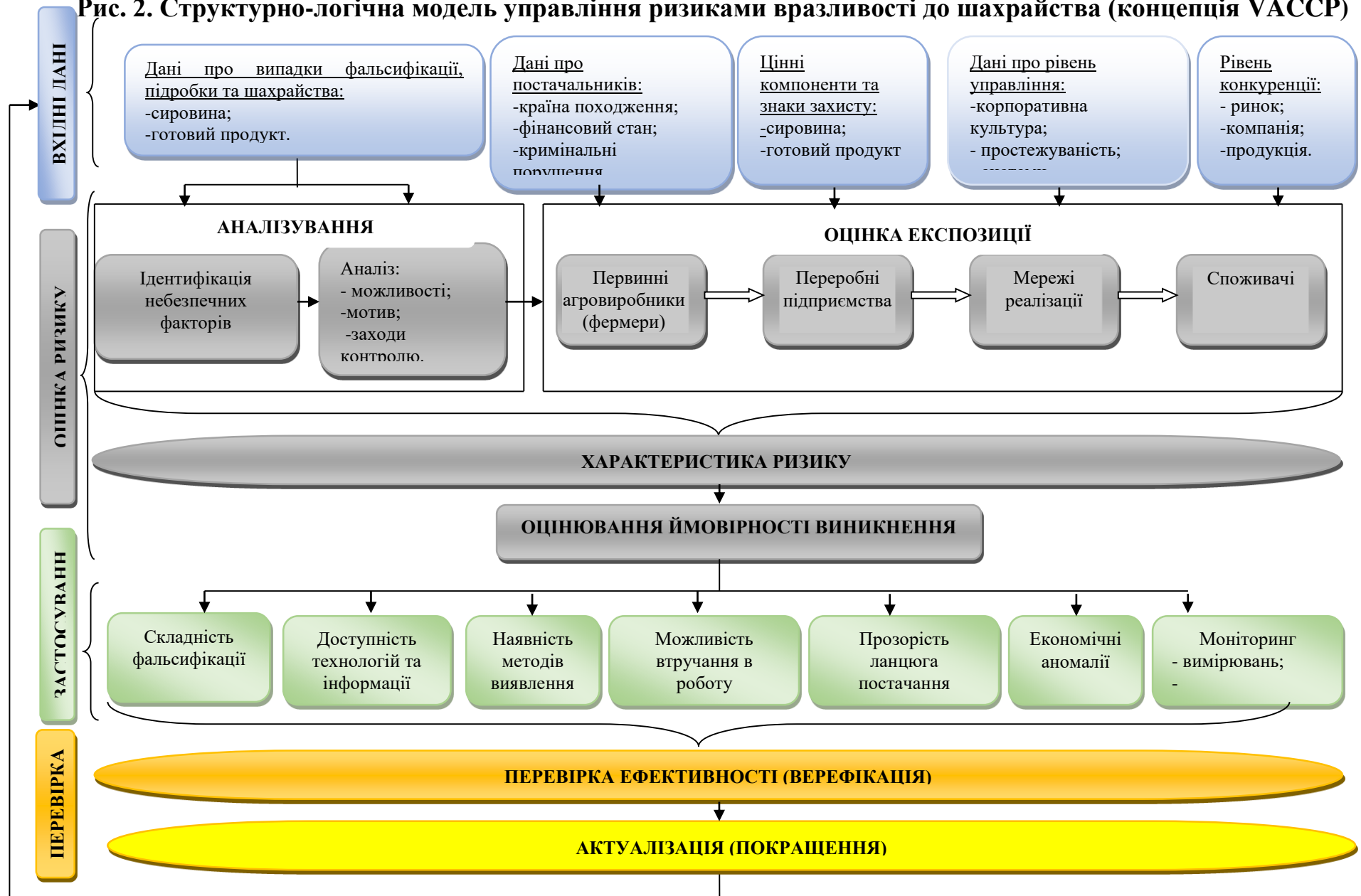
Плануй: визначення вхідної інформації, розроблення цілей аналізу і процесів, визначення місця оператора ринку в життєвому циклі харчового продукту;

Дій: ідентифікація небезпечних факторів, після із застосуванням криміналістичного підходу до оцінки ризиків, аналізування можливостей, мотивів та заходів керування; опис характеристики ризиків, ранжування і оцінювання ризиків з врахуванням критеріїв суттєвості та ймовірності виникнення;

Перевір: моніторинг і (якщо можливо) оцінювання процесів та заходів управління ризиками, аналіз і оцінювання інформації і даних моніторингу, вимірювань і верифікації, а також повідомлення про результати;

Слива Ю. В.

Рис. 2. Структурно-логічна модель управління ризиками вразливості до шахрайства (концепція VACCP)



Слива Ю. В.

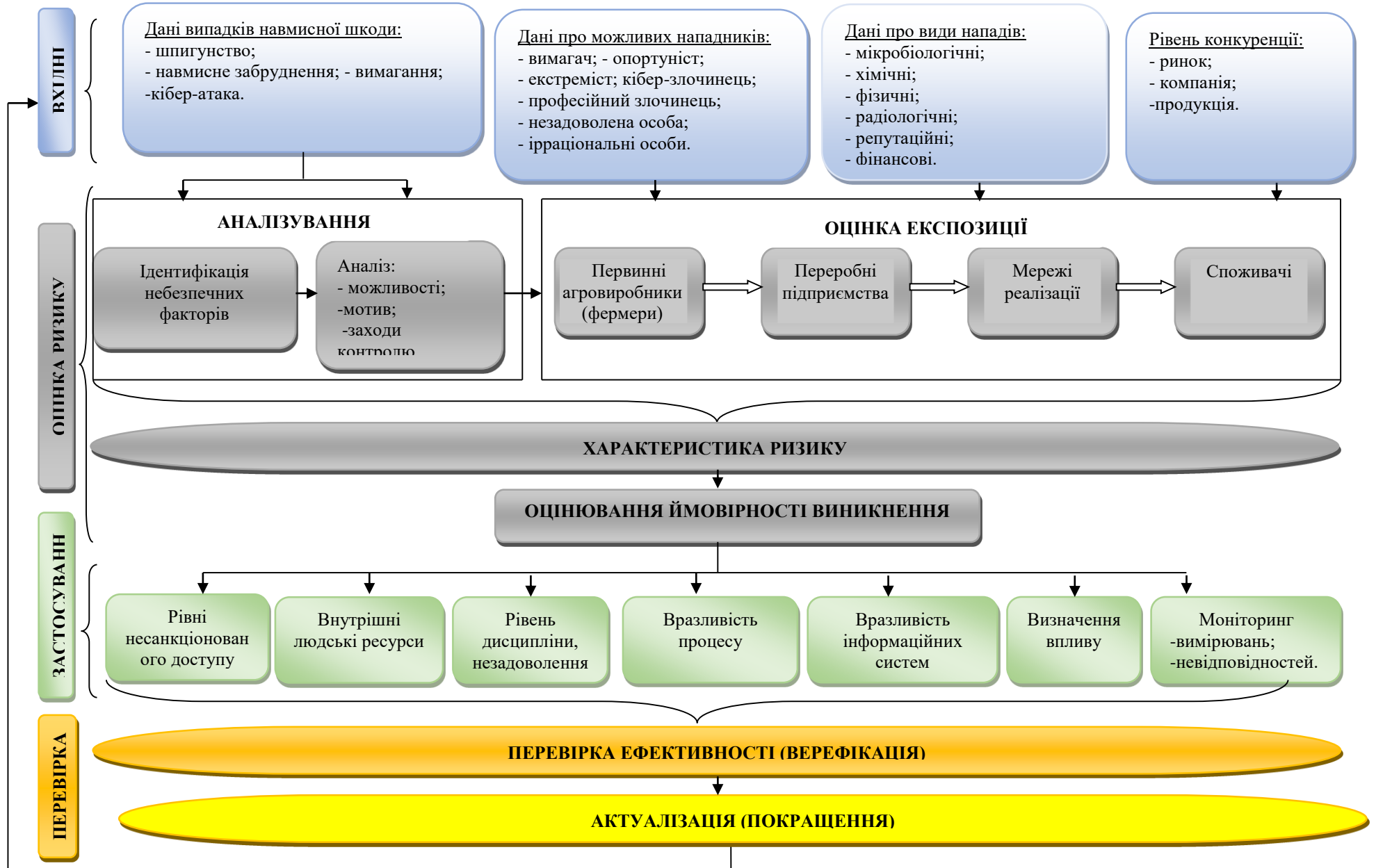


Рис. 3. Структурно-логічна модель управління ризиками навмисної шкоди (концепція ТАССР).

Слива Ю. В.

Виконуй: вжиття заходів щодо поліпшення результатів управління ризиками в тій мірі, наскільки це необхідно.

Для управління ризиками щодо економічно мотивованого шахрайства та навмисної шкоди слід застосовувати розроблену модель з врахуванням дворівневої концепції циклу PDCA в системах управління безпечністю харчових продуктів і застосовувати її для ідентифікації і оцінювання як організаційних ризиків так і операційних. Перший (організаційні процеси) охоплює загальну структуру СУБХП другий – рівень (операційне планування і контроль) охоплює виробничі процеси в рамках СУБХП. Зв'язок між цими двома рівнями має істотне значення і на нього слід зважати.

З огляду впливу ризиків на організацію в цілому та безпечність харчових продуктів та здоров'я споживачів зокрема, вони мають ранжуватись та мати вищу чи нижчу

вагомість при розподілі ресурсів, оскільки, ці питання, як правило, визначаються сприйняттям ризику і вирішуються шляхом ефективної комунікації.

Загалом, при визначенні вагомості необхідно врахувати ідентифіковані небезпеки, очікуваний вплив на діяльність оператора ринку харчових продуктів, ризик для репутації операторів ринку харчових продуктів, обмеженість в ресурсах та/або перерозподіл ресурсів з інших сфер ризику.

Для ефективного ранжування ризиків стосовно навмисних загроз, які ідентифікуються та оцінюються із застосуванням розроблених автором моделей була запропонована кількісна оцінка категорії небезпек з врахуванням суттєвості впливу на діяльність оператора ринку харчових продуктів, здоров'я споживачів та ресурсів, які необхідні для управління ризиком. Матриця ранжування представлена в табл. 2, 3.

2. Матриця ранжування небезпек та визначення категорій ризиків за впливом на діяльність оператора ринку харчових продуктів

Рівень пріоритетності	Вплив на діяльність	Вплив на здоров'я споживачів	Ризик для репутації	Кошти для заходів з контролю
1	2	3	4	5
Низький (1 бал)	Відсутність впливу, якщо не здійснюється імпорт чи експорт відповідної категорії продукції	Відсутність впливу, якщо немає безпосереднього впливу на здоров'я споживачів	Відсутність впливу, якщо немає персонального чи громадського занепокоєння з приводу способу врегулювання інциденту	Відсутність необхідності в коштах на, вилучення/відкликання харчових продуктів з ринку, утилізація або на додаткові заходи контролю

Слива Ю. В.

Продовження табл. 2				
1	2	3	4	5
Середній (2 бали)	Можливий негативний вплив на діяльність виключно для певних потужностей /секторів виробництва харчових продуктів протягом встановленого (короткого) періоду часу	Короткостроков а хвороба або хвороба, яка уражає невелику кількість людей, швидкий процес одужання. Відсутність серйозного довгострокового впливу на здоров'я	Критика оператора ринку зі сторони Уряду чи галузевих об'єднань	Відносно невеликі кошти на обмеженій території або на додаткові заходи контролю, такі як вилучення/відкликанн я харчових продуктів з ринку
Високий (3 бали)	Значний вплив на діяльність, припинення реалізації, імпорту або експорту товарів в особливо великих об'ємах	Значний вплив на здоров'я споживачів, ураження великої кількості людей та/або певні вразливі групи зазнають незворотної шкоди здоров'ю	Штрафні санкції як зі сторони галузевих об'єднань, так і Уряду, призводить до незворотних змін в діяльності	Значні кошти, направлені в цілях контролю харчових продуктів; масштабні вилучення/відкликанн я харчових продуктів з ринку

3. Матриця ранжування небезпек та визначення категорій ризиків за ресурсами, необхідними для керування

Рівень пріоритетності	Технічний аспект	Практичність	Витрати – користь	Стратегічний аспект	Прийнятність
1	2	3	4	5	6
Низький (1 бал) (тобто висока вартість ресурсів)	Неможливо впровадити: занадто висока складність чи недостатньо інформації щодо опцій	Відсутність персоналу, компетентності, діагностичних досліджень	Занадто висока вартість впровадження опції з управління	Суперечить поточним політиці, цілям та головним пріоритетам	Готовність зі сторони споживачів чи галузі прийняли підвищений рівень ризику

Слива Ю. В.

Продовження табл. 3

1	2	3	4	5	6
Середній (2 бали)	Відносно нескладно впровадити, проте кількість опцій обмежена	Необхідність переміщення персоналу з інших установ; нові методи контролю існують, проте наразі не впроваджені	Середній ризик щодо коштів та впливу	Відсутність значних змін в політиці та цілях, проте можливе включення певних додаткових вимог	Споживачі та галузь можуть демонструвати певне занепокоєння, якщо питання не буде вирішено
Високий (3 бали) (тобто низька вартість ресурсів)	Простий, досяжний, наявність декількох опцій	Незначні зміни в кадровому забезпеченні, певне підвищення вимог щодо методів контролю чи моніторингу	Значні витрати або вплив у випадку, якщо ризик не буде знижено	Найвищу пріоритетність вже ідентифіковано вищим керівництвом	споживачі та галузь будуть занепокоєні з приводу підвищеного ризику

Застосовуючи розроблену матрицю ранжування можливо встановити критерій вагомості для низки ідентифікованих ризиків у розрізі «вплив – витрати», що дозволить особам, які здійснюють управління ризиком щодо навмисних загроз визначитись з подальшим напрямком роботи. Загалом ризики, які справляють найбільший вплив матимуть найвищу вагомість, проте також слід враховувати наслідки в ресурсному вираженні.

Після кількісного оцінювання вагомості ризиків, наступним найважливішим кроком в процесі оцінки ризику є формулювання питань. Невдало сформульоване питання щодо ризику, яке не визначає джерело, небезпеки або харчовий продукт, що несе загрозу, може

призвести до невідповідного рівня оцінки ризику або високого рівня невизначеності, та, як наслідок, особи, які здійснюють управління ризиком не зможуть скористатись результатом такої оцінки. Питання повинне узгоджуватись між особами, які здійснюють управління ризиком та експертами з оцінки ризику. Власне, процес визначення питання може бути циклічним і потребувати часу, залежно від сфери охоплення та наявних даних. Якщо для відповіді на питання немає даних, питання необхідно переформулювати. Якщо дані знову відсутні, в такому випадку необхідно встановити профіль ризику, а не проводити його оцінку. Для швидкої кількісної оцінки ризику питання, як правило, досить просте і

Слива Ю. В.

покликане встановити необхідність в ретельнішій кількісній оцінці.

Питання мають бути сформовані таким чином, щоб отримані відповіді та висновки забезпечили інформацію для розроблення заходів управління ризиком.

За для ефективного управління навмисними загрозами щодо безпечності харчових продуктів автором було запропоновано методологію, яка базується на засадах криміналістики. Як у випадку попередження шахрайства з харчовими продуктами, так і у випадку розроблення заходів захисту від навмисної шкоди, слід визначити три групи критеріїв, які слід ідентифікувати, охарактеризувати та оцінити: можливості заподіяти навмисну шкоду, наявність мотивації та наявність заходів контролю.

Категорію Можливості слід розглядати щодо того, на скільки сировини та готові харчові продукти є привабливим об'єктом для навмисної шкоди, такої як шахрайство, біотероризм. Слід врахувати склад, характеристики, походження та наявність власної назви та торгового знаку.

Категорію Мотивація слід розглядати щодо того, навмисну шкоду можуть завдати окремі особи, група осіб чи інші компанії. Також слід визначити який ефект може мати місце від навмисної шкоди –

матеріальні вигоди, переваги на ринку. В залежності від того, хто чинить навмисну шкоду та виду ефекту мотивація може відображати збільшення прибутків або зменшення збитків. Крім того, на мотивацію також впливають такі фактори, як управлінська стратегія, корпоративна культура, рівень конкуренції та відносини з постачальниками.

Категорію Заходи контролю слід розглядати, як наявність методів та механізмів для усунення та виявлення ознак навмисної шкоди. Слід врахувати наявність системи управління у операторів, які задіяні до ланцюга постачання, наявність зовнішніх заходів контролю з врахуванням сегменту ринку, законодавства, регіону, країни тощо.

Автором було запропоновано метод оцінювання ризиків захисту харчових продуктів від навмисних загроз, який передбачає за критерієм Можливості визначення 6 показників, за критерієм Мотивація – визначення 9 показників та за критерієм Заходи контролю – визначення 6 показників. Показники всіх зазначених категорій слід розглядати з врахуванням об'єкту впливу – сировина чи готовий продукт, та учасників ланцюга постачання – постачальник, оператор ринку харчових продуктів, клієнт.

Методологія та структура запропонованого методу представлена на рис. 4.

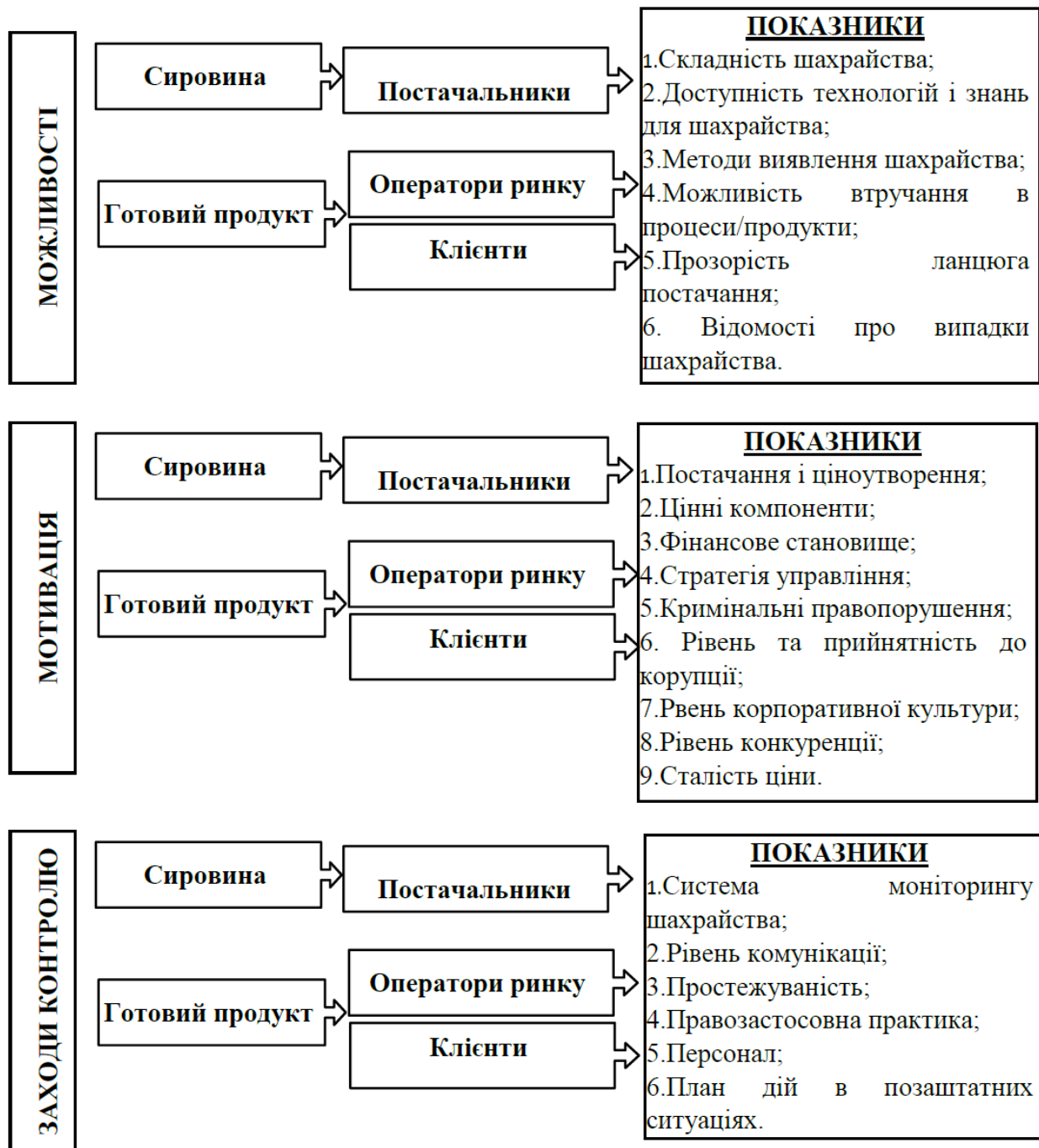


Рис. 4. Методологія та структура методу оцінювання ризиків захисту харчових продуктів від навмисних загроз

Для кожного критерію з врахуванням об'єкту впливу та місця учасника ланцюга постачання нами було розроблено запитання, на які

слід дати відповідь та оцінити кожен показник за трибальною шкалою. Перелік питань представлений в табл.4

Слива Ю. В.

4. Групи та показники методики оцінювання ризиків щодо захисту харчових продуктів від економічно-мотивованого шахрайства та навмисної шкоди

Назва критерію	Вид показника
Можливості	Складність шахрайства - сировина
	Доступність технології і знань для шахрайства - сировина
	Можливість виявлення шахрайства - сировина
	Доступність технології і знань для шахрайства - кінцевий продукт
	Можливість виявлення шахрайства - кінцевий продукт
	Складність шахрайства
	Можливість виявлення шахрайства
	Можливість втручання в роботу виробничих ліній
	Прозорість ланцюжка постачання
	Відомості про випадки шахрайства - сировина
	Відомості про випадки шахрайства - кінцевий продукт
Мотивація	Постачання і ціноутворення - сировина
	Цінні компоненти - сировина
	Фінансове становище – оператор ринку
	Стратегія управління – оператор ринку
	Корпоративна етика і культура – оператор ринку
	Кримінальні правопорушення – оператор ринку
	Рівень корупції в країні – оператор ринку
	Фінансовий тиск - постачальник
	Фінансове становище - постачальник
	Стратегія управління - постачальник
	Корпоративна етика і культура - постачальник
	Кримінальні правопорушення - постачальник
	Рівень корупції в країні - постачальник
	Фінансове становище - сегмент ринку
	Кримінальні правопорушення - клієнт
	Корпоративна етика і культура - сегмент ринку
Відомості про випадки фальсифікації - сегмент ринку	
Рівень конкуренції - сегмент ринку	
Сталість ціни	
Заходи контролю	Система моніторингу фальсифікацій - сировина
	Перевірка системи моніторингу фальсифікацій - сировина
	Система моніторингу фальсифікацій - кінцевий продукт
	Перевірка системи моніторингу фальсифікацій - кінцевий продукт
	Інформаційна система – оператор ринку
	Система простеження – оператор ринку
	Інформаційна система – оператор ринку
	Перевірка благонадійності співробітників – оператор ринку

Слива Ю. В.

Корпоративна етика – оператор ринку
Система інформування про можливі порушення – оператор ринку
Система моніторингу шахрайства - постачальник
Система простеження - постачальник
Громадський контроль - ланцюжок поставок
Моніторинг шахрайства - галузь
Національна політика виробництва продуктів харчування
Правозастосовна практика - національний рівень
Правозастосовна практика - глобальна ланцюжок поставок
План дій при нештатних ситуаціях

Було сформовано 48 запитань, в розрізі критеріїв: Можливість, було сформовано 11 питань, Мотивація – 19 питань, критерію Заходи контролю

– 18 запитань. Бальна оцінка для кількісної характеристики представлена в табл. 5.

5. Шкала бального оцінювання ризику щодо захисту харчових продуктів від економічно-мотивованого шахрайства та навмисної шкоди

Характеристика ризику	Тяжкість наслідків	Імовірність виникнення		
		I 1	I 2	I 3
Вплив на безпечність харчових продуктів/втрата іміджу/економічна шкода	T 1	1	2	3
	T 2	2	4	6
	T 3	3	6	9

Ризик оцінюється шляхом добутку кількісного значення імовірності і тяжкості наслідків.

Висновки і перспективи.

Аналіз сучасних тенденцій розроблення методології та методів управління ризиками щодо безпечності харчових продуктів показав, що достатньо розроблена методологія та методи управління ризиками ненавмисних загроз, які ідентифікуються, оцінюються та характеризуються із застосуванням принципів НАССР, в той же час

методологія та методи оцінювання ризиків навмисних загроз: економічно мотивованого шахрайства та навмисного шкоди, які характеризуються застосуванням принципів VACCP і TACCP, вивчені не достатньо. Тому розроблений метод ідентифікації і оцінювання ризиків захисту харчових продуктів від економічно мотивованого шахрайства та навмисної шкоди з врахуванням вимог міжнародних стандартів дозволить провести ідентифікацію, оцінювання ризиків,

Слива Ю. В.

описати їх характеристики та розробити ефективні заходи управління в системі управління

References

1. Damodaran A. Strategic risk taking: a framework for risk management. – Pearson Education Inc., 2008. – 388 p.

2. Bernstajn P. Protiv bogov. Ukroshcheniye riska. — M.: Olimp-Biznes, 2008. — 400 p.

3. Bayes T. An essay towards solving a Problem in the Doctrine of Chances // Bayes's essay in the original notation: Website, 2017. URL: <http://www.stat.ucla.edu/history/essay.pdf> (last accessed date: 15.02.2021).

4. Codex Alimentarius Commission (1999). Principles and Guidelines for the Conduct of Microbiological Risk Assessment. CAC/GL-30, In: *Codex Alimentarius*, 15.01.2011, Available from: http://www.codexalimentarius.net/web/standard_list.do?lang=es

5. Codex Alimentarius Commission (CAC). (2003). Recommended International Code of Practice - General Principles of Food Hygiene. CAC/RCP1-1969, Rev. 4-2003, In: *Codex Alimentarius*, 15.01.2011, Available from: http://www.codexalimentarius.net/web/standard_list.do?lang=es

6. Codex Alimentarius Commission (CAC). (2007). Principles and guidelines for the conduct of microbiological risk management (MRM). CAC/GL 63-2007. In: *Codex Alimentarius*, 15.02.2011, Available from: http://www.codexalimentarius.net/web/standard_list.do?lang=es

7. Codex Alimentarius Commission (CAC). (2008). Guidelines for the validation of food safety control measures. CAC/GL 69-2008. In: *Codex Alimentarius*, 15.02.2011, Available from: http://www.codexalimentarius.net/web/standard_list.do?lang=es

8. European Commission; EFSA; TNS Opinion & Social (November 2010). Special eurobarometer 354. Food-related risks, In: *EFSA*, 15.02.2011, Available from:

безпечністю харчових продуктів з врахуванням вимог міжнародних стандартів.

<http://www.efsa.europa.eu/en/riskcommunication/riskperception.htm>

9. European Food Safety Authority & European Centre for Disease Prevention and Control (EFSA & ECDC). (2011). The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2009, *EFSA Journal*, Vol. 09, No. 3:2090, (March 2011) ISSN 1831-47

10. Food Agriculture Organization/World Health Organization (FAO/WHO). (2006a). *Food Safety Risk Analysis. A guide for national food safety authorities. FAO Food and Nutrition Paper No. 87*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, ISBN 978-92-5-105604-2, Rome, Italy

11. Food Agriculture Organization/World Health Organization (FAO/WHO). (2006b). The Use of Microbiological Risk Assessment Outputs to Develop Practical Risk Management Strategies: Metrics to improve food safety, In: *FAO*, 15.01.2011, Available from: <ftp://ftp.fao.org/ag/agn/food/kiel.pdf>

12. Food Agriculture Organization/World Health Organization (FAO/WHO). (n.d.). Assuring food safety and quality: guidelines for strengthening national food control systems. In: *World Health Organization*, 15.02.2011, Available from: http://www.who.int/foodsafety/publications/capacity/en/Englsih_Guidelines_Food_control.pdf

13. CFR7.3 (2014). Defined in the US Code of Federal Regulations, Title 21 Food and drugs, Sub-chapter A General and Part 7 Enforcement policy, section 7.3 definitions URL: <https://www.fda.gov/Safety/Recalls/IndustryGuidance/ucm129337.htm>.

14. PAS 96:2017 Guide to protecting and defending food and drink from deliberate attack//https://www.food.gov.uk/sites/default/files/media/document/pas962017_0.pdf

15. FOOD STANDARDS AGENCY. Available from: <https://>

Слива Ю. В.

www.food.gov.uk/enforcement/the-national-foodcrime-unit/what-is-food-crime-and-food-fraud

16. US Pharmacopeial Convention's Food Fraud Database. Available from: <http://www.foodfraud.org>

17. ISO (International Organization for Standardization). 2018. "Food Safety Management Systems: Requirements for Any Organization in the Food Chain." International Standard ISO 22000:2018(E), ISO, Geneva.

18. Slyva YU.V. Sertyfikatsiya sil's'kohospodars'kykh vyrobnytstv Ukrainy vidpovidno do vymoh GLOBALGAP. Standartyzatsiya, sertyfikatsiya, yakist'. 2015, №1 (92). P. 26-29.

19. Kononovs'kyi O.O., Slyva YU.V. Osoblyvosti provedennya otsinky ryzykiv pry vyroshchuvanni ovochiv z'hidno vymoh GLOBALG.A.P. versiya 5. Standartyzatsiya, sertyfikatsiya, yakist'. 2017. №4 (107). P. 19-30.

20. ISO 31000:2018 Risk management — Guidelines.

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR ASSESSING RISKS OF FOOD FRAUD AND FOOD DEFENSE AS A COMPONENT OF FOOD SAFETY MANAGEMENT

Yu. V. Sliva

Abstract. *The work is devoted to the development and substantiation of the method of identification and assessment of risks of food protection from economically motivated fraud and bioterrorism, taking into account the requirements of international standards for the development and operation of food safety management systems.*

The purpose of the work is to scientifically substantiate and develop a method of identification and assessment of risks of food protection from economically motivated fraud and bioterrorism, which is based on the concepts of VACCP and TACCP taking into account the requirements of international standards GLOBALG.A.P. and ISO 22000: 2018.

Research methods - theoretical and modeling (development of identification method and selection of risk assessment criteria), representative (presentation of the application of the developed method) and diagnostic. The latter tested the possibility of applying the developed method to assess the risks of protecting food products from economically motivated fraud and intentional harm, taking into account the requirements of international standards.

Results. A method for identifying and assessing the risks of food protection from economically motivated fraud and intentional harm, taking into account the requirements of international standards, developed criteria and methodology for risk assessment.

Key words: risk management, identification method, evaluation criteria, VACCP and TACCP concept, economically motivated fraud, defense

ВПЛИВ ВІТАМІННО-МІНЕРАЛЬНИХ ДОБАВКИ НА ПОКАЗНИКИ АНТИОКСИДАНТНОГО ЗАХИСТУ У КРОЛІВ НОВОЗЕЛАНДСЬКОЇ БІЛОЇ ПОРОДИ

С. І. ЦЕХМІСТРЕНКО, доктор сільськогосподарських наук, професор

М. М. ФЕДОРЧЕНКО, асистент

Білоцерківський національний аграрний університет

E-mail: cezarfam@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.01.011>

***Анотація.** Останнім часом з'явилися наукові підходи до класифікації антиоксидантної системи за механізмом вільнорадикального перекисного окиснення. Така класифікація антиоксидантів базується на тій метаболічній ланці, котра спрямовує дію самого антиоксиданту. Тому вивчення впливу вітамінно-мінеральних добавки на показники антиоксидантного захисту у сільськогосподарських тварин набуває все більшого значення. Метою цієї роботи було вивчити вплив різних доз вітамінно-мінеральної добавки «Текро» на біохімічні показники кролів новозеландської білої породи. Науково-господарський дослід за темою роботи та виробнича перевірка були проведені на клінічно здорових кролях новозеландської білої породи. Годівля тварин здійснювалася повнораціонними комбікормами. Доступ до корму та води був вільним. Для проведення досліджень у господарстві було сформовано 4 групи тварин: 1 – контрольна, тварини якої споживали основний раціон (ОР); 2 – дослідна – ОР із вмістом вітамінно-мінеральної добавки (ВМД) «Текро» 3,0 %; 3 – дослідна – ОР із вмістом ВМД «Текро» 3,5 %; 4 – дослідна – ОР із вмістом ВМД «Текро» 4,0 %. Активність антиоксидантних ензимів та вміст церулоплазміну у плазмі крові та печінці кролів визначали на 45-ту, 60-ту, 75-ту та 90-ту добу. У плазмі крові кролів всіх груп була встановлена зміна активності ензимів антиоксидантного захисту. Одержані результати досліджень засвідчили, що тривале застосування вітамінно-мінеральної добавки «Текро» суттєво позитивно вплинуло на систему антиоксидантного захисту організму тварин. Встановлені зміни показників системи антиоксидантного захисту засвідчують напруженість зрівноваження прооксидантно-антиоксидантної системи молодяку кролів. Зокрема таке явище можна пояснити віковими особливостями становлення антиоксидантної системи молодого організму кролів новозеландської білої породи під впливом вітамінно-мінеральної добавки «Текро». Дане явище може бути свідченням стабілізації антиоксидантних процесів у плазмі крові кролів дослідних груп в результаті комплексного впливу оптимальної дози біологічно активних речовин вітамінно-мінеральної добавки. Перспективи подальших досліджень полягають у детальному вивченні впливу різних доз вітамінно-мінеральної добавки «Текро» на білковий обмін в організмі кролів.*

Ключові слова: кролі, новозеландська біла порода, вітамінно-мінеральна добавка «Текро», антиоксидантні ензими, плазма крові, печінка

Актуальність. Останнім часом з'явилися наукові підходи до класифікації антиоксидантної системи за механізмом вільнорадикального перекисного окиснення. Така класифікація антиоксидантів базується на тій метаболічній ланці, котра спрямовує дію самого антиоксиданту. Тому вивчення впливу вітамінно-мінеральних добавки на показники антиоксидантного захисту у сільськогосподарських тварин набуває все більшого значення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Ряд науковців класифікує антиоксиданти на дві основні групи: високомолекулярні та низькомолекулярні [1, 2]. До першої групи належать церулоплазмін, СОД, каталаза, глутатіонзалежні антиоксиданти а також білки, які здатні зв'язувати іони Феруму і Купруму, і які є каталізаторами вільнорадикальних процесів. Для цієї групи антиоксидантів характерна висока специфічність і суворо визначена локалізація в органах і клітинах, а також використання як каталізаторів металів Селену, Купруму, Феруму, Цинку, Мангану.

Альбуміни крові, феритин, трансферин, лактоферрин відносять до білків, які зв'язують метали з перемінною валентністю і відповідно мають антиоксидантні властивості.

Багато з них ефективні в інгібуванні вільнорадикальних процесів, але слабо проникають через мембрани і бар'єри тканин. До другої групи антиоксидантів, а саме низькомолекулярних, відносять: деякі амінокислоти, поліаміни, сечовину, глутатіон, аскорбінову кислоту, білірубін, вітаміни групи А, Е, К, Р [3, 4].

Показники антиоксидантного захисту поділяють на 4 групи. До першої групи системи антиоксидантного захисту організму тварин відносять вітаміни групи А (ретиноли), вітаміни групи Е (токофероли), вітаміни групи D (кальцифероли) та інші [5]. Дані антиоксиданти характеризуються високими донорськими властивостями, оскільки знижують кількість вільного кисню у клітині, шляхом активації його утилізації та здатністю відновлювати радикали ліпідів. Усі вони відносяться до «прямих» антиоксидантів, оскільки безпосередньо взаємодіють з активними формами кисню, продуктами перекисного окиснення ліпідів та вільними радикалами. Механізм дії антиоксидантів цієї групи базується на гальмівній дії вільнорадикальних перекисних реакцій на всіх етапах вільнорадикального окиснення. До другої групи даної класифікації

Цехмістренко С. І., Федорченко М. М.

відносять супероксиддисмутазу, каталазу, глутатіонредуктазу, цистеїн тощо. Вони беруть участь у не радикальному розкладі перекисів ліпідів та запобігають надлишковому утворенню активних форм кисню. До третьої групи системи антиоксидантного захисту організму тварин відносять два ензими: глутатіонпероксидазу та глутатіонтрансферазу. Вони за допомогою відновленого глутатіону каталізують розклад гідро перекисів ліпідів не радикальним шляхом. До четвертої групи системи антиоксидантного захисту організму тварин, яка базується на дезінтоксикації Fe^{2+} відносять ензим церулоплазмін, який окиснює Fe^{2+} до Fe^{3+} без утворення вільних радикалів та білком трансферином [6].

Метою досліджень було вивчити вплив різних доз вітамінно-мінеральної добавки «Текро» на біохімічні показники кролів новозеландської білої породи.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження виконували в виробничих умовах ТОВ «Грегут» (Київська область, Фастівський район, смт Кожанка). Науково-господарський дослід за темою роботи та виробнича перевірка були проведені на кролях новозеландської білої породи, яких утримували у господарстві. Всі кролі були клінічно здоровими. Годівля тварин здійснювалася повнораціонними комбікормами.

Доступ до корму та води був вільним. Для проведення досліджень у господарстві було сформовано 4 групи тварин: 1 – контрольна, тварини якої споживали основний раціон (ОР); 2 – дослідна – ОР із вмістом вітамінно-мінеральної добавки (ВМД) «Текро» 3,0 %; 3 – дослідна – ОР із вмістом ВМД «Текро» 3,5 %; 4 – дослідна – ОР із вмістом ВМД «Текро» 4,0 %.

Активність антиоксидантних ензимів та вміст церулоплазміну у плазмі крові та печінці кролів визначали на 45-ту, 60-ту, 75-ту та 90-ту добу.

Для біохімічних досліджень використовували кров та тканини печінки. Одержаний матеріал охолоджували та поміщали у посудину Дьюара з рідким азотом за температури $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ з метою тривалого зберігання та наступного одночасного дослідження всіх зразків для уникнення суб'єктивних похибок.

Під час проведення біохімічних досліджень використовували реактиви кваліфікації х.ч. і ч.д.а. та набори реактивів вітчизняного та зарубіжного виробництва. У печінці і плазмі крові визначали біохімічні показники.

Для оцінки стану системи антиоксидантного захисту кролів було досліджено активність антиоксидантних ензимів та вміст відновленого глутатіону і церулоплазміну.

Цехмістренко С. І., Федорченко М. М.

Каталазну активність (КАТ, КФ 1.11.1.6) визначали за здатністю ензиму розкладати пероксид гідрогену з утворенням стійкого комплексу з амонієм молібденовокислим [7].

Супероксиддисмутазну активність (СОД, КФ 1.15.1.1) визначали за методикою [8], яка ґрунтується на здатності нітросинього тетразолію приймати супероксидні радикали. Церулоплазмін визначали із застосуванням *n*-фенілендіаміндігідрохлориду [9].

Експериментальні дані оброблені за загальноприйнятими методами статистики. Для визначення вірогідних відмінностей між середніми величинами використовували *t*-критерій Стьюдента.

Результати дослідження та їх обговорення. У ході досліджень були зафіксовані зміни активності супероксиддисмутази, яка є одним з основних антиоксидантів в організмі тварин і захищає мембрани клітин організму від руйнівної дії вільних радикалів.

Активність СОД у плазмі крові кролів контрольної групи на 45 добу була на рівні 67,35 умовних од./см³. У цей самий період у кролів дослідних груп вірогідного підвищення або зниження активності ензиму порівняно з тваринами 1 групи не було відмічено (табл. 1). Виявлено, що найвища активність СОД у

піддослідних тварин була у віці 60 діб. У дослідних групах активність ензиму зростає відносно 45 добового віку на 47,6–55 % ($p \leq 0,01 - 0,001$). Різниці активності СОД у цей період між групами не було виявлено.

Підвищена активність СОД в крові дослідних тварин може свідчити про стимуляцію системи антиоксидантного захисту в їхньому організмі.

У плазмі крові кролів 75-ти добового віку контрольної групи активність СОД відносно знижувалась відносно попереднього дослідження. А у плазмі крові кролів 90-то добового віку відмічалось незначне підвищення активності даного показника відносно даних дослідження на 75 добу.

В послідуочі вікові періоди у кролів дослідних груп 75-ти добового віку відмічалось вірогідне зниження активності СОД відносно даних отриманих у 60 добовому віці. У плазмі крові кролів 90-то добового віку 3 та 4 дослідних груп було зафіксовано тенденцією до зниження активності СОД порівняно з тваринами контрольної групи. Дане явище може бути свідченням стабілізації антиоксидантних процесів у плазмі крові кролів дослідної групи в результаті комплексного впливу оптимальної дози біологічно активних речовин вітамінно-мінеральної добавки.

1. Активність антиоксидантних ензимів у плазмі крові та печінці кролів

$$\bar{X} \pm S_{\bar{X}} (n=80)$$

Вік, діб	Групи кролів			
	СОД			
	Плазма, умов. од./см ³			
	Контрольна 1	Дослідна 2	Дослідна 3	Дослідна 4
45	67,35±8,23	66,15±6,28	64,27±4,51	63,42±4,3
60	98,36±5,10**	97,64±5,31**	97,54±4,53***	98,34±3,52**
75	53,87±5,00***	52,00±3,68***	51,90±1,51***	53,21±2,80***
90	59,30±6,31	60,18±2,60	45,50±1,70	48,55±2,00
	Печінка, умов. од./г			
45	6,23±0,27	5,81±0,20	5,95±0,29	6,32±0,12
60	3,84±1,48	4,28±1,30	4,20±1,15	4,61±1,18
75	4,49±1,06	4,11±1,02	2,88±0,59	3,01±1,69
90	4,87±0,76	3,48±0,56	2,11±0,39^^	2,20±1,10
	Каталаза			
	Плазма, мкат/см ³			
45	575,96±6,34	527,75±12,20	523,21±29,80	530,51±32,60
60	588,48±9,71	590,22±11,10	593,01±16,70	565,10±18,20
75	609,79±10,87	600,50±19,94	587,41±10,04	590,39±10,18
90	489,38±13,82***	549,96±15,00^	575,16±14,55^^	570,89±14,90^^
	Печінка, кат/г			
45	42,44±0,90	40,99±1,03	39,63±0,98	40,55±0,62
60	43,36±0,64	41,00±0,59	39,20±0,72	40,36±0,97
75	40,99±0,29**	42,48±0,36	44,83±0,24***^^^	44,90±0,34***^^^
90	43,45±0,53**	40,38±1,40	38,17±1,65**	39,62±1,56*

Примітка. * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$ – порівняно з попереднім віком; ^ – $p \leq 0,05$; ^^ – $p \leq 0,01$; ^^ ^ – $p \leq 0,001$ – порівняно до контролю.

Активність супероксиддисмутази у печінці кролів контрольної групи 45-ти добового віку становила 6,23 ум.од./г та була вищою порівняно з показниками кролів 2 і 3 дослідних груп. У печінці кролів контрольної і дослідних груп 60-ти добового віку була зафіксована тенденція до зниження активності супероксиддисмутази відносно даних отриманих на 45 добу.

У печінці кролів контрольної групи у 75 добовому віці спостерігалось незначне зниження

активності СОД відносно попереднього періоду. За використання 3,5 та 4,0 % мінерально-вітамінної добавки «Текго» було виявлено тенденцію до зниження активності СОД у печінці тварин 3 та 4 дослідних груп відносно контролю.

Зокрема у тканинах печінки тварин 90-добового віку контрольної групи спостерігали вірогідне зниження СОД порівняно з кролями попереднього періоду 75-добового віку.

Цехмістренко С. І., Федорченко М. М.

СОД є ключовим ензимом антиоксидантного захисту, відновлює супероксидрадикал до менш токсичного пероксиду гідрогену, захищає мембрани клітин від негативної дії вільних радикалів. Оскільки СОД утилізує активні форми Оксигену з утворенням H_2O_2 , важливим для функціонування клітини є встановлення балансу між активністю СОД та каталазою.

Каталаза є універсальним ензимом, що бере участь у завершальних стадіях процесу окиснення. Вона відноситься до групи гемопротейнових ензимів. В організмі каталаза виконує функцією захисту клітин від згубної дії пероксиду водню. Активність каталази у плазмі крові кролів контрольної групи, починаючи з 45-ти до 75-ти добового віку характеризувалась тенденцією повільного зростання що є свідченням активних пероксидаційних процесів у молодому організмі.

У плазмі крові кролів контрольної групи у 90-добовому віці було зафіксовано вірогідне зниження активності каталази в 1,2 рази, порівняно з кролями 75-ти добового віку, що може пояснюватися зниження динаміки росту тварин і зменшення активності метаболічних процесів.

Активність каталази в плазмі крові кролів дослідних груп з 45 до 60 доби зростала, а починаючи з 75 по 90 добу характеризувалась тенденцією до зниження. У кролів дослідних груп

90-добового віку активність ензиму була вірогідно вищою на 12,4 %, 17,5 та 16,6 % у порівнянні з тваринами контрольної групи.

Порівнюючи активність каталази у тварин 45-добового віку між групами виявлено незначне зниження активності ензиму у кролів дослідних груп відносно контролю. У 75-добовому віці за використання 3,5 та 4,0 % вітамінно-мінеральної добавки «Текро» було експериментально встановлено тенденцію до зниження активності каталази у плазмі крові кролів 3-ї та 4-ї дослідних груп.

У періоди досліджень з 45 до 60-добового віку значних змін активності каталази у печінці кролів контрольної групи не відмічали. У 75 діб було виявлено вірогідне зниження, а у 90 діб було виявлено вірогідне збільшення активності даного ензиму відносно попереднього зниження у тварин контрольної групи.

З 45 до 75 добового віку спостерігалось зростання активності каталази в тканинах печінки кролів дослідних груп. На 75 добу вирощування зафіксовано зростання активності каталази у печінці кролів 2, 3 та 4 дослідних груп. Різниця із даними на 60 добу становила відповідно, 3,6 %; 14,4 % ($p \leq 0,01$) та 11,3 % ($p \leq 0,01$). У цей самий період встановлено підвищення активності каталази у печінці кролів 3 та 4 дослідних груп відносно контролю – на 9,3 % ($p \leq 0,001$) та 9,5 % ($p \leq 0,001$).

Цехмістренко С. І., Федорченко М. М.

На 90 добу вирощування кролів виявлено тенденцію до зниження активності каталази у печінці тварин 3-ї та 4-ї дослідних груп відповідно до контролю.

Церулоплазмін є головним купрумвмістним білком у плазмі крові. Він відіграє суттєву роль у метаболізмі Купруму і Феруму, запобігає активації процесів пероксидного окиснення ліпідів в організмі. Церулоплазмін є маркером

який вказує про порушення обміну Купруму і Феруму в організмі тварин.

Максимально високий вміст церулоплазміну встановлено у плазмі крові кролів контрольної та дослідних груп на 60-добу вирощування (табл. 2). Дані зміни можуть свідчити про посилення метаболічних процесів, у яких церулоплазмін відіграє важливу роль, що забезпечує підвищення антиоксидантного захисту організму кролів.

2. Вміст церулоплазміну у плазмі крові та печінці кролів $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ (n=80)

Вік, діб	Групи кролів			
	Контрольна 1	Дослідна 2	Дослідна 3	Дослідна 4
Плазма, мг/дм ³				
45	0,523±0,027	0,520±0,022	0,510±0,041	0,518±0,030
60	0,533±0,017	0,496±0,010	0,447±0,039	0,500±0,026
75	0,494±0,018	0,420±0,013*	0,316±0,019*^^	0,445±0,020
90	0,456±0,010	0,450±0,016	0,380±0,039	0,400±0,032
Печінка, мг/г				
45	2,01±0,15	2,05±0,25	2,08±0,25	2,01±0,20
60	2,62±0,15*	1,90±0,10	1,86±0,12^^	1,92±0,15
75	2,54±0,22	1,88±0,18	1,81±0,21^	1,90±0,16
90	1,74±0,14*	1,99±0,11	2,07±0,14	2,00±0,22

Примітка. * – $p \leq 0,05$ – порівняно з попереднім віком;

^ – $p \leq 0,05$; ^^ – $p \leq 0,01$ – порівняно до контролю.

У плазмі крові кролів 2 та 3 дослідних груп в період з 45 до 75-добового віку встановлено вірогідне зниження вмісту церулоплазміну.

Порівнюючи вміст церулоплазміну на 75 добу між групами виявлено вірогідне зниження цього показника у плазмі крові кролів 3 дослідної групи порівнюючи із контролем. У кролів 2 та 4 дослідних груп спостерігалась лише тенденція до зниження вмісту церулоплазміну відносно контрольних тварин.

На 45 добу вирощування кролів не було виявлено суттєвої різниці між групами у вмісті церулоплазміну у їх печінці.

На 60 добу у печінці кролів дослідних груп встановлено незначне зниження вмісту церулоплазміну відносно даних отриманих на 45 добу. У той же час у печінці кролів контрольної групи вміст церулоплазміну відносно показника на 45 добу зріс на 31,8 % ($p \leq 0,05$).

Цехмістренко С. І., Федорченко М. М.

В період інтенсивного росту (60-75 доба) у кролів 3 дослідної групи було виявлено зниження вмісту церулоплазміну на 29,0 % ($p \leq 0,01$) та 28,0 % ($p \leq 0,05$) відносно даних у контролі.

На 90 добу виявлено тенденцію до підвищення вмісту церулоплазміну у печінці кролів, яким згодовували комбікорм із вмістом 3,5 та 4,0 % вітамінно-мінеральної добавки «Текго» відносно контролю.

Висновки і перспективи. У плазмі крові кролів контрольної і дослідної груп з віком була встановлена зміна активності ензимів антиоксидантного захисту. Одержані результати досліджень засвідчили, що тривале застосування вітамінно-мінеральної добавки «Текго» суттєво позитивно вплинуло на систему антиоксидантного захисту організму тварин. Встановлені зміни показників

Список використаних джерел

1. Аджиев Д.Д., Мальцев Г.Ю., Румянцев С.А., Маляренко Е.Н. Основные параметры антиоксидантной системы крови у кроликов в половозрастной динамике. *Сельскохозяйственная биология*. 2015. № 2. С. 208–216.
2. Бровикова Е. И., Юськив И.Д. Состояние системы антиоксидантной защиты кроликов в условиях спонтанного псороптоза в летний период. *Научный вестник ЛНУВМБТ им. С. З. Гжицкого*. 2014. № 3, (60). С. 65–71.
3. Искра Р. Я. Функциональное состояние системы антиоксидантной защиты в печени и скелетных мышцах кроликов за действия различных доз хрома. *Вестник Киевского национального университета имени Тараса Шевченко*. 2012. № 60. С. 4–6.

системи антиоксидантного захисту засвідчують напруженість зрівноваження прооксидантно-антиоксидантної системи молодняка кролів. Зокрема таке явище можна пояснити віковими особливостями становлення антиоксидантної системи молодого організму кролів новозеландської білої породи під впливом вітамінно-мінеральної добавки «Текго». Дане явище може бути свідченням стабілізації антиоксидантних процесів у плазмі крові кролів дослідних груп в результаті комплексного впливу оптимальної дози біологічно активних речовин вітамінно-мінеральної добавки. Перспективи подальших досліджень полягають у детальному вивченні впливу різних доз вітамінно-мінеральної добавки «Текго» на білковий обмін в організмі кролів.

4. Abdel-Khalek, A. M. Supplemental antioxidants in rabbit nutrition: A review. *Livestock Science*. 2013. Vol. 158. P. 95–105.
5. Ebeid T.A., Zeweil H.S., Basyony M.M. Fortification of rabbit diets with vitamin E or selenium affects growth performance, lipid peroxidation, oxidative status and immune response in growing rabbits. *Livestock Science*. 2013. Vol.155. P. 323–331.
6. Akalin P.P., Ataseven V.S., Doğan F., Ergün Y. Selected biochemical and oxidative stress parameters and ceruloplasmin as acute phase protein associated with bovine leukaemia virus infection in dairy cows. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*. 2015. Vol. 59. P. 327-330.
7. Королюк М.А., Иванова А.И., Майорова И.Т., Токарев В.Е. Метод определения активности каталазы. *Лабораторное дело*. 1988. № 1. С. 16–19.

Цехмістренко С. І., Федорченко М. М.

8. Чевари С., Чаба И., Секей Й. Роль супероксиддисмутазы в окислительных процессах клетки и метод определения ее в биологических материалах. *Лабораторное дело*. 1985. № 11. С. 678–681.

9. Arteni O. M., Olteanu Z., Oprica L., Balan M. Researches on the activity of oxidoreductases from tissues harvested in different stages of development at *Cyprinus carpio*. *Secțiunea Genetică și Biologie Moleculară*. 2010. Vol.11. P. 83–86.

References

1. Adzhiev, D.D., Maltsev, G.Yu., Rumyantsev, S.A., Malyarenko, E.N. (2015). Osnovnyie parametryi antioksidantnoy sistemyi krovi u krolikov v polovozrastnoy dinamike. *Selskohozyaystvennaya biologiya*. 2, 208–216.

2. Brovikova, E. I., Yuskiv, I.D. (2014). Sostoyanie sistemyi antioksidantnoy zaschityi krolikov v usloviyah spontannogo psoroptoza v letniy period. *Nauchnyy vestnik LNUVMBT im. S. Z. Gzhitskogo*. 3 (60), 65–71.

3. Iskra, R. Ya. (2012). Funktsionalnoe sostoyanie sistemyi antioksidantnoy zaschityi v pecheni i skeletnyih myishtsah krolikov za deystviya razlichnyih doz hroma. *Vestnik Kievskogo natsionalnogo universiteta imeni Tarasa Shevchenko*. 60, 4–6.

4. Abdel-Khalek, A. M. (2013). Supplemental antioxidants in rabbit nutrition: A review. *Livestock Science*. 158, 95–105.

5. Ebeid, T.A., Zeweil, H.S., Basyony, M.M. (2013). Fortification of rabbit diets with vitamin E or selenium affects growth performance, lipid peroxidation, oxidative status and immune response in growing rabbits. *Livestock Science*. 155, 323–331.

6. Akalin, P.P., Ataseven, V.S., Doğan, F., Ergün, Y. (2015). Selected biochemical and oxidative stress parameters and ceruloplasmin as acute phase protein associated with bovine leukaemia virus infection in dairy cows. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*. 59, 327–330.

7. Korolyuk, M. A., Ivanova, A.I., Mayorova, I.T., Tokarev, V.E. (1988). Metod opredeleniya aktivnosti katalazyi. *Laboratornoe delo*. 1, 16–19.

8. Chevare, S., Chaba, I., Sekey, Y. (1985). Rol superoksiddismutazyi v okislitelnyih protseсах kletki i metod opredeleniya ee v biologicheskikh materialah. *Laboratornoe delo*. 11, 678–681.

9. Arteni, O. M., Olteanu, Z., Oprica, L., Balan, M. (2010). Researches on the activity of oxidoreductases from tissues harvested in different stages of development at *Cyprinus carpio*. *Secțiunea Genetică și Biologie Moleculară*. 11, 83–86.

ВЛИЯНИЕ ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНЫЕ ДОБАВКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ У КРОЛИКОВ НОВОЗЕЛАНДСКОЙ БЕЛОЙ ПОРОДЫ

С. И. Цехмістренко, М. М. Федорченко

Аннотация. В последнее время появились научные подходы к классификации антиоксидантной системы по механизму свободнорадикального перекисного окисления. Данная классификация антиоксидантов базируется на тј метаболическое звено, которое направлено на действие самого антиоксиданта. Поэтому изучение влияния витаминно-минеральной добавки на показатели антиоксидантной защиты у сельскохозяйственных животных приобретает все большее значение. Целью этой работы было изучить влияние различных доз витаминно-минеральной добавки «Текро» на биохимические показатели кроликов новозеландской белой породы. Научно-хозяйственный опыт по теме работы и производственная проверка были проведены на клинически здоровых кроликах новозеландской белой породы. Кормление животных осуществлялось полнорационными комбикормами. Доступ к корму и

Цехмістренко С. І., Федорченко М. М.

воде был свободным. Для проведения исследований в хозяйстве было сформировано 4 группы животных: 1 – контрольная, животные которой потребляли основной рацион (ОР); 2 – опытная – ОР с содержанием витаминно-минеральной добавки (ВМД) «Текро» 3,0 %; 3 – опытная – ОР с содержанием ВМД «Текро» 3,5 %; 4 – опытная – ОР с содержанием ВМД «Текро» 4,0 %. Активность антиоксидантных ферментов и содержание церулоплазмينا в плазме крови и печени кроликов определяли на 45-е, 60-е, 75-е и 90-е сутки. В плазме крови кроликов контрольных и опытных групп было установлено изменение активности ферментов антиоксидантной защиты. Полученные результаты исследований показали, что длительное применение витаминно-минеральной добавки «Текро» существенно положительно повлияло на систему антиоксидантной защиты организма животных. Установленные изменения показателей антиоксидантной защиты свидетельствуют о напряженности уравнивания прооксидантно-антиоксидантной системы молодняка кроликов. В частности, такое явление можно объяснить возрастными особенностями становления антиоксидантной системы растущего организма кроликов новозеландской белой породы под влиянием витаминно-минеральной добавки «Текро». Данное явление может быть свидетельством стабилизации антиоксидантных процессов в плазме крови кроликов опытных групп в результате комплексного воздействия оптимальной дозы биологически активных веществ витаминно-минеральной добавки. Перспективы дальнейших исследований заключаются в детальном изучении влияния различных доз витаминно-минеральной добавки «Текро» на белковый обмен в организме кроликов.

Ключевые слова: кролики, новозеландская белая порода, витаминно-минеральная добавка «Текро», антиоксидантные ферменты, плазма крови, печень

EFFECT OF VITAMIN AND MINERAL SUPPLEMENTS ON ANTIOXIDANT PROTECTION INDICES IN NEW ZEALAND WHITE BREED RABBIT

S. I. Tsekhmistrenko, M. M. Fedorchenko

Abstract. Recently, scientific approaches to the classification of the antioxidant system by the mechanism of free radical peroxidation have emerged. This classification of antioxidants is based on the metabolic link to which the action of the antioxidant itself is directed. Therefore, the study of the effect of vitamin and mineral supplements on the indicators of antioxidant protection in farm animals is becoming increasingly important. The aim of this work was to study the effect of different doses of the vitamin-mineral supplement "Tekro" on the biochemical parameters of the New Zealand White breed rabbits. Scientific and economic experience on the topic of work and production verification were carried out on clinically healthy New Zealand White rabbits. The animals were fed with complete feed. Access to food and water was free. To conduct research on the farm, 4 groups of animals were formed: 1 control group, whose animals consumed the basic diet (RR); 2 research – OR with the content of vitamin and

Цехмістренко С. І., Федорченко М. М.

mineral supplements (VMS) "Tekro" 3,0 %; 3 research – OR with the content of VMS "Tekro" 3,5 %; 4 research – OR with a content of VMS "Tekro" 4,0 %. The activity of antioxidant enzymes and the content of ceruloplasmin in the blood plasma and liver of rabbits were determined on the 45-th, 60-th, 75-th and 90-th days. In the blood plasma of rabbits from the control and experimental groups, a change in the activity of antioxidant defense enzymes was established. The obtained research results showed that long-term use of the vitamin-mineral supplement "Tekro" significantly positively influenced the antioxidant defense system of the animal body. The established changes in the indicators of antioxidant protection indicate the tension of balancing the prooxidant-antioxidant system of young rabbits. In particular, this phenomenon can be explained by the age-related characteristics of the formation of the antioxidant system of the growing organism of the New Zealand white breed rabbits under the influence of the vitamin-mineral supplement "Tekro". This phenomenon may be evidence of the stabilization of antioxidant processes in the blood plasma of rabbits of the experimental groups as a result of the complex effect of the optimal dose of biologically active substances of the vitamin and mineral supplement. Prospects for further research consist in a detailed study of the effect of various doses of the vitamin-mineral supplement "Tekro" on protein metabolism in the rabbit's body.

Key words: rabbits, New Zealand white breed, vitamin and mineral supplement "Tekro", antioxidant enzymes, blood plasma, liver

INTERSPECIES HYBRIDS OF *JUGLANS REGIA* L.

V. M. MEZHENSKYJ, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

<http://orcid.org/0000-0002-3154-1120>*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

E-mail: mezh1956@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.01.012>

Abstract. *Persian walnut (*Juglans regia* L.) is an important tree primarily for its nutritious nuts and high-quality wood. Based on the analysis of literature sources, it was found that hybridization played a significant role in the evolution of the genus *Juglans*. Persian walnut can interbreed with many walnut species with the formation of fertile hybrids. There are two-species, three-species, and four-species hybrids in different combinations of crossings. They are used in forestry as a source of wood, in horticulture as rootstocks, and in breeding for more durable resistance against pathogens and tolerance against abiotic stresses. Some interspecific hybrids have validly published scientific names, but many of the proposed names do not meet the rules of the International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants.*

Keywords: *remote hybridization, species, Persian walnut, *Juglans**

Introduction. Walnut (*Juglans regia* L.) is the most important nut crop in Ukraine with significant export potential. Ukraine is one of the five most powerful walnut-producing countries in the world and ranks second among walnut exporters after the USA. In Ukraine walnut growing entered the stage of a wide varietal industrial culture, which causes the expansion of breeding work.

Aim. The purpose of the work is to find out the state and possibilities of applying the species potential of the genus *Juglans* in the walnut breeding.

Materials and methods. Domestic and foreign literature of XIX–XXI

centuries about interspecific hybrids of *Juglans* were analyzed.

Results. Hybridization played a significant role in the evolution of the genus *Juglans*. The ancient hybrid origin of *J. regia* and *J. cinerea* is proven [68]. The natural Chinese taxon *J. hopeiensis* is the consequence of interspecific hybridization [61]. Currently, gene flow is between species of sections *Cardiocaryon* and *Rhysocaryon* and between species in these sections [5; 66; 70]. The walnut species quite easily hybridize under domestication [11; 12; 13; 28; 29; 50; 56]. The numerous artificial interspecific hybrids were also obtained (Fig. 1).

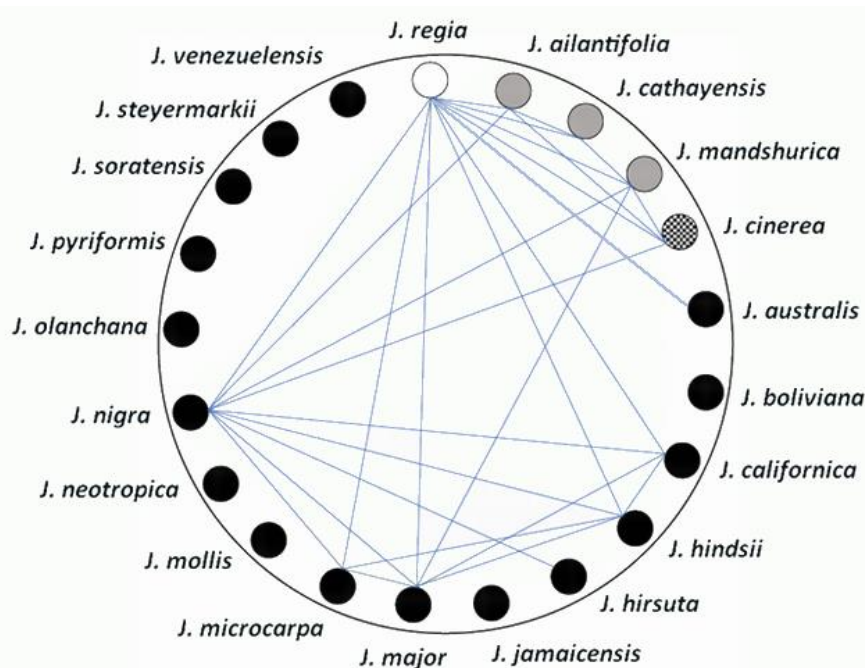


Fig. 1. Interspecific hybrids in *Juglans* genus [40, modified]

J. nigra L. × *J. regia* = *J. ×intermedia* Jacques. The first interspecific hybrid of the newest time arose as a result of spontaneous hybridization between Persian walnut and black walnut introduced in Europe, two *Juglans* species that have the greatest economic values. The heterosis hybrid raised from black walnut seeds sown in 1820. It was described by French gardener Henri Antoine Jacques [22]. Later, Élie Abel Carrière [12] described two hybrids between Persian walnut and black walnut, one of which is known to come from seeds sown in 1815 [59]. The latter plant is probably the first recorded spontaneous *J. nigra* × *J. regia* hybrid. In the future, seedlings were obtained from their seeds in many institutions of several countries. Today, numerous offspring of subsequent generations and from new artificial crosses, including backcrosses, grow in France, Italy,

Spain, and other Western European countries [14; 20; 23; 39]. *J. ×intermedia* is also developed and cultivated in the USA [9; 10; 16; 19]. In Ukraine, artificial and spontaneous *J. nigra* × *J. regia* hybrids were repeatedly developed [1; 2; 4; 27; 31; 34; 52; 54; 53; 65; 72]. Some hybrids were given names: *J. ×timirjazewii* Krotkewitsh, *J. ×weselowskii* Krotkewitsh [28; 29]. The name *J. ×rubra* Schepotiev was given hybrids with the reddish color of shoots [52; 54]. The hybrids backcrossed with Persian walnut were also obtained [2; 30]. *J. ×intermedia* was also developed artificially in Kyrgyzstan [43; 55; 67], Moldova [25; 26], Russia [41; 42; 43], and Uzbekistan [24; 49; 51].

J. cinerea L. × *J. regia* = *J. ×quadrangulata* (Carrière) Rehder. In 1858, Élie Abel Carrière raised seedlings of Persian walnut pollinated by butternut in the Paris Museum of Natural History

Меженський В. М.

Garden [12]. Alfred Rehder [46] established a species rank for these hybrids. *J. cinerea* × *J. regia* hybrids were discovered and artificially developed in the USA [8; 16], Russia [32; 56; 57], Ukraine [28; 29; 54; 52; 53], Kyrgyzstan [43; 55], Moldova [25; 26], Uzbekistan [24; 20; 51], and France [20]. The names *J. ×kondratiewii* Krotkewitsh, *J. ×kononjukii* Krotkewitsh, *J. ×wysockii* Krotkewitsh [28; 29], *J. silvestrosa* N. Vechov [57], and *J. ×viridis* Schepotiev [54] have been proposed for these hybrids. Fedir Shchepotiev uses the latter name to hybrids of Persian walnut with both butternut and Manchurian walnut.

***J. ailantifolia* Carrière × *J. regia* = *J. ×notha* Rehder.** In 1878, the first hybrid between these species was raised from seeds sent by Pierre Alphonse Lavallée, founder of the Segrez Arboretum (Saint-Sulpice-de-Fevières, Ile-de-France, France), in Arnold Arboretum. In 1919, Willard Bixby discovered a hybrid tree in the garden of R. Bates (Jackson, South Carolina, USA) [47]. The artificial and spontaneous hybrids between Japanese walnut and Persian walnut there are in USA [11; 16], Kyrgyzstan [43; 67], Russia [41; 42; 43], Uzbekistan [20; 24; 50], Moldova [25; 26], Ukraine [2; 31; 35], and Georgia [15].

***J. ailantifolia* var. *cordiformis* (Makino) Rehder × *J. regia* = *J. ×notha* var. *batesii* Rehder.** The hybrid was discovered by Willard Bixby in the garden of R. Bates in South Carolina

(USA) in 1919 [47]. The artificial hybridization between these taxa was made in Ukraine [1; 35], Kyrgyzstan [43], Russia [43], Moldova [25; 26], and Uzbekistan [20; 24]. Such hybrids occur in Belarus too [18].

***J. hindsii* (Jeps.) R. E. Sm. × *J. regia* = 'Paradox'** [*J. ×paradox* Burbank]. A hybrid between walnut and the California walnut species was developed by Luther Burbank in 1878 [11]. Later an aboriginal California black walnut was divided into two separate species: *J. californica* S. Watson (Southern California black walnut) and *J. hindsii* (Northern California black walnut). The latter species is a component of crossbreeding with Persian walnut, carried out by Burbank [45]. Spontaneous hybrids between these species also occur in California [16]. 'Paradox' seedlings were used as rootstocks, and subsequently, the name "paradox hybrids" passed to all American black walnut hybrids in the section *Rhysocaryon*. 'Paradox' seedlings grow in different areas along with other North American walnuts and have the ability to be pollinated by ones. Molecular studies have established an additional gene flow from *J. nigra* and *J. major* (Torr.) A. Heller at least to some paradox-hybrids [45]. In the American breeding program, paradox hybrids of various origins are tested, including backcrosses with both Persian walnut and interspecific hybrids with a different pedigree than 'Paradox' [9]. The crossing of Persian walnut with Northern

Меженський В. М.

California black walnut was also carried out in Uzbekistan [51].

***J. californica* × *J. regia*.** The crossing of Southern California black walnut with Persian walnut was carried out in Ukraine [4] and in the USA [9]. In the first case, gynogenetic plants were obtained [3], and in the second case, hybridity was confirmed by molecular methods [7; 9].

***J. mandshurica* Maxim. × *J. regia* = *J. ×hopeiensis* Hu.** This natural hybrid is described by Hu Hsen Hsu [21]. Its hybridogenous origin is proved by the analysis of molecular data [60; 61]. Likely, the taxonomic status of the taxon does not exceed the level of a horticultural variety, due to the origin with the participation of two species *J. cathayensis* Dode and *J. mandshurica*, which spontaneously hybridized with Persian walnut [70]. The many artificial and spontaneous hybrids between Manchurian walnut and Persian walnut were developed in Russia [6; 41; 42; 58; 63; 65], Ukraine [2; 4; 31; 34; 27; 52; 53; 54], Uzbekistan [20; 24; 50; 51], and Moldova [25; 26], as well as backcrosses with Persian walnut [2]. Pavlo Krotkevych [28; 29] proposed for these hybrids the names *J. ×aleksejewii* Krotkewitsh, *J. ×mitshurinii* Krotkewitsh, and *J. morosowii* Krotkewitsh. Fedir Shchepotiev [52; 54] name *J. ×viridis* also spread to Persian walnut hybrids with butternut, because they were distinguished by the green bark of the trunk and emerald green leaves and shoots. Alfred Rehder [48]

suggested hybrid origin from crossing between *J. mandshurica* and *J. regia* for *J. ×sinensis* (C. DC.) Dode.

***J. cathayensis* Dode × *J. regia*.** The Persian walnut can hybridize with a *J. cathayensis* under conditions of artificial crossing [62]. The spontaneous hybrids between these species were found in Hebei Province (China) [17; 70].

***J. major* (Torr.) A. Heller × *J. regia*.** In France, interspecies hybrids were obtained from crossing Arizona black walnut with Persian walnut [20; 36]. The crossing Persian walnut with Arizona black walnut was carried out in Uzbekistan [51]. The plants obtained in Ukraine in this combination of crosses [4] have no signs of the parent species-pollinator [3].

***J. microcarpa* Berland. × *J. regia*.** True hybrids from the crossing of Texas black walnut with Persian walnut were obtained in the USA [9; 71]. The crossing of these species was also carried out in Uzbekistan [51] and Ukraine, but the resulting plants were gynogenetic type [3].

***J. australis* Griseb. × *J. regia*.** The Brazilian walnut hybridizes with Persian walnut [38]. The same authors point to the prospect of involvement *J. neotropica* Diels and *J. olanchana* Standl. & L. O. Williams to hybridization with Persian walnut.

It was reported that three-species hybrids were developed, in particular, (***J. ailantifolia* × *J. mandshurica* Maxim.) × *J. regia*** [64]; (***J. ailantifolia***

Меженський В. М.

× *J. cinerea*) × *J. regia* [64; 69]; (*J. californica* × *J. nigra*) × *J. regia* [9]; (*J. mandshurica* × *J. nigra*) × *J. regia*, and (*J. nigra* × *J. regia*) × *J. mandshurica*. The backcrossing of both *J. mandshurica* × *J. regia* and *J. nigra* × *J. regia* hybrids with Persian walnut were carried out in Russia [64]. The spontaneous hybrid between *J. ×intermedia* and Manchurian walnut was found in Germany [39]. A four-species hybrid [(*J. major* × *J. hindsii*) × *J. nigra*] × *J. regia* was developed in the USA [10].

J. regia × *J. sigillata* Dode = **Sichuan walnut**. The Persian walnut and iron walnut have sympatric habitats and interbreed spontaneously with each other [17]. Now, *J. sigillata* is considered only a subspecies of *J. regia* [37; 70]. There are no genetic barriers between these taxa and the gene flow goes mainly from *J. regia* to *J. sigillata*.

A significant barrier that prevents Persian walnut from crossing with other walnut species is a disjunction in flowering time. But, under favorable pollination conditions, prezygotic barriers, such as differences in floral size and conspecific pollen, significantly affect the effectiveness of interspecific hybridization [44]. The species differences lead to disturbances at the stage of zygote formation and embryo development and the resulting hybrids can be low-fertile or sterile. However, *J. regia* hybridized with all *Juglans* species with which it came into contact in nature, and in the absence of natural contacts, it

successfully crossed due to artificial pollination. There are hybrids of Persian walnut with *J. ailantifolia*, *J. australis*, *J. californica*, *J. cathayensis*, *J. cinerea*, *J. hindsii*, *J. major*, *J. mandshurica*, *J. microcarpa*, *J. nigra*. This list does not include only tropical species from Central and South America, which are not cultivated outside the natural areas. Three-species and four-species hybrids with the participation of Persian walnut were also developed. The interspecies hybrids are used in forestry, rootstock breeding, and breeding for winter hardiness and resistance against pathogens.

The Persian walnut hybrids with *J. ailantifolia*, *J. cinerea*, *J. mandshurica*, and *J. nigra* have nothospecies names, respectively, *J. ×notha*, *J. ×quadrangulata*, *J. ×hopeiensis*, and *J. ×intermedia*. Many later names, such as *J. ×aleksejewii*, *J. ×kondratiewii*, *J. ×kononjukii*, *J. ×mitshurinii*, *J. ×morosowii*, *J. ×rubra*, *J. ×silvosteposa*, *J. ×timirjazewii*, *J. ×viridis*, *J. ×weselowskii*, and *J. ×wysoczkii*, which applied to these nothotaxa, are effective, but not validly published, because they were not accompanied by a Latin description or diagnosis, according to the International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants. Also, the authors of these names, for the same combination of crosses gave several different names or used the same name for the results of different combinations of crosses. These

Меженський В. М.

names are *nomen nudum*, but can use as the names of cultivars, selected from interspecific hybrids.

Conclusions. The Persian walnut can interbreed with other *Juglans* species, despite the barriers preventing remote hybridization. There are also three-species and four-species hybrids with the participation of Persian walnut.

References

1. Badalov, P. P. (1983). The use of hybridization and apomixis methods to obtain promising walnut forms. *Lesnoe Khozyaystvo* [Forestry], 12, 24–25. (in Russian)
2. Badalov, P. P. (1987). Biologicheskie osnovy kultury orekhov roda *Juglans* v stepnoy chasti Ukrainy [Biological bases of the culture of walnut of the genus *Juglans* in the steppe part of Ukraine] (Extended Abstract of Doct. Agric. Sci. Diss.). Ukrainian Agr. Acad. Kyiv. (in Russian)
3. Badalov, P. P., & Badalov, K. P. (2010). The use of apomixis in the genera *Quercus* L. and *Juglans* L. to obtain genetically improved homozygous seed material. *Lisivnytstvo i Ahrolisomeliorsiya* [Forestry and Agroforestry], 117, 206–212. (in Russian)
4. Badalov, P. P., & Malytskyi, I. V. (1999). Some results of breeding of interspecific hybrids of *Juglans* L. on growth rate and fruit quality. *Lisivnytstvo i Ahrolisomeliorsiya* [Forestry and Agroforestry], 96, 63–65. (in Ukrainian)
5. Bai, W.-N., Wang, W.-T., & Zhang, D.-Y. (2016). Phylogeographic breaks within Asian butternuts indicate the existence of a phytogeographic divide in East Asia. *New Phytologist*, 209(4), 1757–1772. <https://doi.org/10.1111/nph.13711>
6. Balashov, P. K. (1982). Growth of hybrids between Persian walnut and Manchurian walnut. *Lesnoe Khozyaystvo* [Forestry], 3, 39–40. (in Russian)
7. Baumgartner, K., Fujiyoshi, P.T., Browne, G. T., Leslie, C., & Kluepfel, D. A. (2013). Evaluating paradox walnut rootstocks for resistance to *Armillaria* root disease. *HortScience*, 48(1), 68–72. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.48.1.68>
8. Bisset, P. (1914). The James River walnut. *Journal Heredity*, 5(3), 98–101.
9. Browne, G. T., Leslie, C. A., Grant, J. A., Bhat, R. G., Schmidt, L. S., Hackett, W. P. ... McGranahan, G. H. (2015). Resistance to species of phytophthora identified among clones of *Juglans microcarpa* × *J. regia*. *HortScience*, 50(8), 1136–1142. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.50.8.1136>
10. Browne, G., Schmidt, L., Hackett, W., Beede, B., Krueger, B., Prichard, T. ... Westerdahl B. (2007). Biology and management of phytophthora crown and root rot of walnut. *Walnut Research Reports*. California Walnut Board, 219–227.
11. Burbank, L. (1915). *His methods and discoveries and their practical application*. (Vol. 2). New York; London: Luther Burbank Press.
12. Carrière, E. A. (1865). *Juglans intermedia alata*. *Revue Horticole*, 37, 446–447.
13. Carrière, E.-A. (1870–71). *Juglans intermedia quadrangulata*. *Revue Horticole*, 42–43, 493–495.
14. Chevalier, A. (1941). Variabilité et hybridité chez les Noyers. Notes sur des *Juglans* peu connus, sur *l'Annamocarya* et un *Carya* d'Indochine. *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*, 21(241–242), 477–509. DOI: 10.3406/jatba.1941.1646
15. Chodrishvili, I. I. (1976). *Gretskiy orekh v Gruzii* [Walnut in Georgia]. Tbilisi: Sabchota Sakartvelo. (in Russian)
16. Crane, H. L., Reed, C. A., & Wood, M. N. (1937). Nut breeding. *Yearbook of Agriculture*. USDA (pp. 827–883).
17. Dang, M., Yue, M., Zhang, M., Zhao, G., & Zhao, P. (2019). Gene introgression among closely related species in sympatric

Меженський В. М.

populations: a case study of three walnut (*Juglans*) species. *Forests*. 10(11), 965. doi:10.3390/f10110965

18. Fedoruk, A. T. (1990). Intraspecific variability of *Juglans* L. species cultivated in Belarus. *Rastitel'nye Resursy* [Plant Resources], 26(2), 151–160. (in Russian)

19. Forde, H. I. (1975). Walnuts. In J. Janick, J. N. Moore (Eds.) *Advances in Fruit Breeding*. (pp. 439–455). West Lafayette (IN): Purdue Univ. Press.

20. Germain, E. (Ed.). (2004). *Inventory of walnut research, germplasm and references*. ESCORENA. Rome. FAO Tech. Ser. 66. <http://www.fao.org/3/y5704e/y5704e00.htm>

21. Hu, H. H. (1932). Notulae systematicae ad Florem Sinensium. *Bulletin of the Fan Memorial Institute of Biology* 3, 162–173.

22. Jacques, [H. A.] (1833–34). *Juglans*. *Annales de Flore et de Pomone*, 2, 213–216.

23. Jay-Allemand, C., Dufour, J., & Germain, E. (1990). Screening of interspecific hybrid walnuts (*Juglans nigra* × *Juglans regia*) by means of morphological criteria. *Revue Horticole*, 311, P. 39–42.

24. Kalmykov, S. S. (1960). The method of distant hybridization in the breeding of nut crops. In *Otdalennaya hybridizatsiya rasteniy i zhivotnykh* [Distant hybridization of plants and animals] (pp. 127–139). Moscow: Izdatel'stvo AN SSSR. (in Russian)

25. Komanich, I. G. (1980). *Biologiya, kul'tura, selektsiya gretskogo orekha* [Biology, growing, and breeding of walnut]. Kishinev: Shtiintsa. (in Russian)

26. Komanich, I. G. (1989). *Otdalennaya gibridizatsiya vidov orekha (Juglans L.)*. [Distant hybridization of walnut species (*Juglans* L.)] Kishinev: Shtiintsa. (in Russian)

27. Kondratenko, E. N. (1957). Fast growing and winter hardy hybrid (*Juglans mandshurica* × *J. regia*). *Zap. Kharkov. Selskokhoz. Instituta* [Bulletin of Kharkiv Agricultural Institute], 16, 223–227. (in Russian)

28. Krotkevich, P. G. (1954). Fruiting natural hybrids of walnuts. *Lesnoe Khozyaystvo* [Forestry], 11, 66–68. (in Russian)

29. Krotkevich, P. H. (1950). Natural hybrids of walnuts. *Dopovidi AN URSR*

[Reports of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR], 6, 473–482. (in Ukrainian)

30. Kryvobokova, N. Ya. (2001). *Selektsiia a vykorystannia horikha voloskoho v Pivdennomu stepu Ukrainy* [Breeding and use of walnut in the Southern steppe of Ukraine] (Extended Abstract of Cand. Agric. Sci. Diss.). Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky. Kharkiv. (in Ukrainian)

31. Kushnir, A. I. (1987). *Biologiko-ekologicheskie svoystva otdalennykh gibridov orekhov* [Biological and ecological properties of distant walnut hybrids] (Extended Abstract of Cand. Biol. Sci. Diss.). Central Republic Botanical Garden. Kyiv (in Russian)

32. Lebedev, G. I. (1953). *Akklimatizatsiya drevesnykh i kustarnikovykh porod* [Acclimatization of tree and shrub species]. Moscow: Izdatel'stvo Ministerstva kommunalnogo khozyaystva RSFSR. (in Russian)

33. Luo, X., & Chen, J. (2020). Distinguishing Sichuan Walnut cultivars and examining their relationships with *Juglans regia* and *J. sigillata* by FISH, early-fruited gene analysis, and SSR analysis. *Frontiers in Plant Science*, 11, 27. doi: 10.3389/fpls.2020.00027

34. Makhmet, B. M. (1975). Inheritance of the properties and traits of distant nut hybrids by their offspring. *Lesovodstvo i Agrolesomeliatsiya* [Forestry and Agroforestry], 42, 95–100. (in Russian)

35. Makhmet, B. M. (1982). The results of hybridization of walnuts in the arboretum of the Ukrainian Agricultural Academy. *Lesnoy Zhurnal* [Forest Journal], 4, 124–126. (in Russian)

36. Malvolti, M. E., Spada, M., Beritognolo, I., & Cannata, F. (1997). Differentiation of walnut hybrids (*Juglans nigra* L. × *Juglans regia* L.) through RAPD markers. *Acta Horticulturae*, 442, 43–52.

37. Marrano, A., Britton, M., Zaini, P. A., Zimin, A. V., Workman, R. E., Puiu, D. ... Neale, D. B. (2020). High-quality chromosome-scale assembly of the walnut (*Juglans regia* L.) reference genome. *GigaScience*, 9, 1–16. doi: 10.1093/gigascience/giaa050

Меженський В. М.

38. McGranahan G., & Leslie C. (2012). Walnuts. In M. L. Badenes, & D. H. Byrne (Eds.). *Fruit Breeding*. New York: Springer Science + Business Media.
39. Mettendorf, B. von. (2008). Anbau von *Juglans*-Hybriden. *AFZ-Der Wald*, 16, 858–861.
40. Mezhenskyj, V. M. (2020). *Voloskyi horikh (Juglans regia L.)* [Walnut (*Juglans regia* L.)]. Kyiv: Lira-K. (in Ukrainian)
41. Michurin, I. V. (1948). *Sochinenia* [Works]. (Vol. 4.). Moscow: OGIZ; Gosselkhozizdat. (in Russian)
42. Nilolaev, E. A., & Slavskiy V. A. (2010). Interspecific hybridization as a method for breeding walnuts of the genus *Juglans* in the Central Black Earth Region. *Vest. Voronezh. Gos. Univer. Ser. Geograf. Geoekol.* [Annals Voronezh State University. Ser. Geography. Geoecology], 2, 132–134. (in Russian)
43. Ozol, A. M., & Khorkov, E. I. (1958). *Gretskiy orekh* [Walnut]. Riga: Izdatel'stvo AN LatSSR (in Russian)
44. Pollegioni, P., Olimpieri, I., Woeste, K. E., De Simoni, G., Gras, M., & Malvolti, M. E. (2012). Barriers to interspecific hybridization between *Juglans nigra* L. and *J. regia* L. species. *Tree Genetics & Genomes*, 9, 291–305. DOI 10.1007/s11295-012-0555-y
45. Potter, D., Gao, F. Y., Baggett, S., McKenna, J. R., & McGranahan, G. H. (2002). Defining the sources of Paradox: DNA sequence markers for North American (*Juglans* L.) species and hybrids. *Scientia Horticulturae*, 94, 157–170. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(01\)00358-2](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(01)00358-2)
46. Rehder, A. (1900). *Juglans*. In Bailey, L. H. *Cyclopedia of American horticulture*. (Vol. 2, pp. 845–847). London: MacMillan & Co.
47. Rehder, A. (1924). New species, varieties and combinations from herbarium and the collections of the Arnold Arboretum. *Journal Arnold Arboretum*, 5(4), 235–242.
48. Rehder, A. (1940). *Manual of cultivated trees and shrubs hardy in North America*. New York: Macmillan.
49. Rovskiy, V. M. (1951). Breeding of forest species in Uzbekistan. *Tr. Inst. lesa AN SSR* [Scientific papers of the Forest Institute of the Academy of Sciences of the USSR], 8, 132–151. (in Russian)
50. Rusanov, F. N. (1973). Species of the genus *Juglans* L., introduced by the Botanical Garden of the Academy of Sciences of the Uzbek SSR in Tashkent. *Dendrologia Uzbekistana. Klenovye, orekhovye, ivivye, berezovye* [Dendrology of Uzbekistan. Maple family, walnut family, willow family, and birch family] (Vol. 5, pp. 158–178). Tashkent: Fan (in Russian)
51. Shamsiev, K. S. Walnut hybridization for frost resistance and fruit quality. In G. P. Ozolin (Ed.) *Orekhoplodnye v Uzbekistane* [Nuts in Uzbekistan] (pp. 33–41). Tashkent: Mekhnat. (in Russian)
52. Shchepotiev, F. L. (1960) Distant hybridization between *Juglans* species in Ukraine. In *Otdalennaya hybridizatsiya rasteniy i zhivotnykh* [Distant hybridization of plants and animals] (pp. 140–154). Moscow: Izdatel'stvo AN SSSR. (in Russian)
53. Shchepotiev, F. L. (1964). Breeding walnuts for winter hardiness and high quality of fruits in Ukraine. In *Selektsiya, introduktsiya i semenovodstvo drevesnykh lesnykh porod* [Breeding, Introduction, and Seed Production of Woody Forest Species] (pp. 24–34). Kyiv: Urozhai (in Russian)
54. Shchepotiev, F. L. (1985). Walnut. In Shchepotiev, F. L., Rikhter, A. A., Pavlenko, F. A., Molotkov, P. I., Kravtchenko, V. I., & Iroshnikov, A. I. *Orekhoplodovye i sadovye kultury* [Forest and Horticultural Nut Crops] (pp. 4–82). Moscow: Lesnaya promyshlennost'. (in Russian)
55. Shevchenko, V. S. (1966). Walnut breeding. *Tr. Yuzhno-Kirgiz. lesoplod. opyt. st.* [Scientific papers of South-Kyrgyz Forrest and Fruit Experimental Station], 1, 51–54. (in Russian)
56. Vekhov, N. K. (1934). On the biology of species of the genus *Juglans*. In *Orekhi: biologiya, kul'tura i khozyaystvo* [Walnuts: biology, growing, and economy], 3, 5–152. (in Russian)
57. Vekhov, N. K. (1953). *Derev'ya i kustarniki Lesostepnoy selektsionnoy opytной stantsii* [Trees and shrubs of Forest-steppe breeding experimental station]. Moscow: Izdatel'stvo Ministerstva kommunalnogo khozyaystva RSFSR. (in Russian)
58. Veresin, M. M., & Ulyukina, M. K. (1970). Walnut breeding for winter resistance

Меженський В. М.

by selection and hybridization. In *Lesnaya Genetika, Seleksiya i Semenovodstvo* [Forest Genetic, Breeding, and Seed Production] (pp. 365–369). Petrozavodsk. (in Russian)

59. Vilmorin, M. L. de. (1891). *Juglans Vilmoriniana*. *Garden and Forest*, 4(154), 51–52.

60. Wang, H., Zhao, S., Zhang, Z., Gao, Y., Zhao, Y., Fang, J., & He, F. (2010). Genetic relationship and diversity of eight *Juglans* species in China estimated through AFLP analysis. *Acta Horticulturae*, 861, 143–150. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.861.18>

61. Wu, Y., Pei, D., Xi, S., & Li, R. (2000). Study on the genetic relationships among species of walnut by using RAPD. *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 27, 17–22.

62. Xu, Y., Zhang, M.Y., & Gao, L. (2007). The research of interspecific hybridization in genus *Juglans*. *Deciduous Fruits*, 32, 6–8.

63. Yablokov, A. S. (1936). Breeding walnuts for fast growth and winter hardiness. *Tr. Moskov. NII lesn. khozyaystva* [Scientific papers of Moscow Research Institute of Forestry], 2, 7–42. (in Russian)

64. Yablokov, A. S. (1953). *Akklimatizatsiya derev`ev i kustarnikov metodom otdalennoy polovoy gybridizatsii* [Acclimatization of trees and shrubs by the method of distant sexual hybridization]. Moscow: Znanie (in Russian)

65. Yermolenko, A. P. (1936). Hybridization in the genus *Juglans* L. *Zb. robıt po seleksii i fiziologii derevnykh porid. Ukr NDILHA* [Collection of Works on Breeding and Physiology of Wood Species. Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration], 17, 47–57. (in Ukrainian)

66. Yuan, X.-Y., Sun, Y.-W., Bai, X.-R., Dang, M., Feng, X.-J., Zulfiqar, S., & Zhao, P.

(2018). Population structure, genetic diversity, and gene introgression of two closely related walnuts (*Juglans regia* and *J. sigillata*) in Southwestern China revealed by EST-SSR markers. *Forests*, 9(10), 646. DOI: 10.3390/f9100646

67. Zarubin, A. F. (1951). About breeding of late flowering walnut. *Tr. Inst. lesa AN SSSR* [Scientific papers of the Forest Institute of the Academy of Sciences of the USSR], 8, 125–127. (in Russian)

68. Zhang, B.-W., Xu, L.-L., Nan, L., Yan, P.-C., Jiang, X.-H., Woeste, K. E. ... Bai, W.-N. (2019). Phylogenomics reveals an ancient hybrid origin of the Persian walnut. *Molecular Biology and Evolution*, 36(11), 2451–2461. doi:10.1093/molbev/msz112

69. Zhao, P., & Woeste, K. E. (2010). DNA markers identify hybrids between butternut (*Juglans cinerea* L.), and Japanese walnut (*Juglans ailantifolia* Carr.). *Tree Genetics & Genomes*, 7(3), 511–533. DOI: 10.1007/s11295-010-0352-4

70. Zhao, P., Zhou, H. J., Potter, D., Hu, Y. H., Feng, X. J., Dang, M., Feng, L. ... Woeste, K. (2018). Population genetics, phylogenomics and hybrid speciation of *Juglans* in China determined from whole chloroplast genomes, transcriptomes, and genotyping-by-sequencing (GBS). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 126, 250–265. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.04.014>

71. Zhu, T., Wang, L., You, F. M., Rodriguez, J. C., Deal, K. R., Chen, L. ... Luo, M.-C. (2019). Sequencing a *Juglans regia* × *J. microcarpa* hybrid yields high-quality genome assemblies of parental species. *Horticulture Research*, 6, 55. <https://doi.org/10.1038/s41438-019-0139-1>

72. Zhuravskaya, E. I. (1958). Hybrid walnut in Dubliany village. *Lesnoe Khozyaystvo* [Forestry], 9, 75–76. (in Russian)

МІЖВИДОВІ ГІБРИДИ JUGLANS REGIA L.

В. М. Меженський

Анотація. Волоський горіх (*Juglans regia* L.) має значення насамперед як джерело поживних горіхів та високоякісної деревини. На підставі аналізу літературних джерел встановлено, що гібридизація зіграла значну роль в еволюції роду *Juglans*. Волоський горіх здатний схрещуватися з багатьма

Меженський В. М.

видами горіха з утворенням плодовитих гібридів. Відомі дво-, три- та чотиривидові гібриди, що отримані в прямих і зворотних комбінаціях схрещувань. Вони використовуються в лісовому господарстві як джерело деревини, у садівництві як підщепи та в селекції на стійкість проти патогенів та абіотичних чинників довкілля. Деякі міжвидові гібридів мають дійсно оприлюднені наукові назви, проте багато із запропонованих назв не відповідають правилам Міжнародного кодексу номенклатури для водоростей, грибів та рослин.

Ключові слова: віддалена гібридизація, види, волоський горіх, *Juglans*

МІЖВИДОВІ ГІБРИДИ *JUGLANS REGIA* L.

В. Н. Меженский

Анотація. Грецький орех (*Juglans regia* L.) имеет значение прежде всего как источник питательных орехов и высококачественной древесины. На основании анализа литературных источников установлено, что гибридизация сыграла значительную роль в эволюции рода *Juglans*. Грецкий орех способен скрещиваться со многими видами ореха с образованием плодовых гибридов. Известны двух-, трех- и четырехвидовые гибриды, полученные в прямых и обратных комбинациях скрещиваний. Они используются в лесном хозяйстве как источник древесины, в садоводстве в качестве подвоя и в селекции грецкого ореха на устойчивость против патогенов и абиотических факторов среды. Некоторые межвидовые гибридов имеют действительно обнародованные научные названия, однако многие из предложенных названий не соответствуют требованиям Международного кодекса номенклатуры водорослей, грибов и растений.

Ключевые слова: отдаленная гибридизация, виды, грецкий орех, *Juglans*

ВІДПОВІДНІСТЬ ВОГНЕЗАХИСНИХ ЦЕЛЮЛОЗОВМІСНИХ МАТЕРІАЛІВ ЕКОЛОГІЧНІЙ БЕЗПЕЦІ

З. С. СІРКО, кандидат технічних наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Є. А. СТАРИШ, Г. Я. КОНОВАЛЬЧУК завідувачі сектором,

Н. Л. ЦІРЕНЬ, О. Ю. ЦАПКО, старші наукові співробітники

Д. П. ТОРЧИЛЕВСЬКИЙ, Л. Л. КІСІЛЬ, В. І. ПАРХОМЕНКО, наукові
співробітники

Український державний науково-дослідний інститут «Ресурс»

E-mail: z.sirko@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.01.013>

Анотація. У будівництві все більш інтенсивно ведеться пошук нових високоефективних засобів вогнезахисту деревини. Але вогнезахист сьогодні повинен не тільки забезпечувати нормовану вогнестійкість деревини, а також зберігати її експлуатаційні параметри, вирішувати екологічну безпеку і довговічність. Тому важливою проблемою забезпечення життєдіяльності та безпечного функціонування об'єктів будівництва є розроблення, з економічної, технологічної та екологічної точок зору, спучуючих вогнезахисних покриттів для будівельних конструкцій, що можуть використовуватись не тільки нарівні з існуючими аналогами, але і бути високоефективними у спеціальних галузях будівництва, що уможливорює запобігання виникненню техногенних аварій. У статті наведено результати досліджень щодо підвищення ефективності захисту об'єктів шляхом переведення, застосованих в них, целюлозовмісних матеріалів до групи важкогорючих та встановлено, що застосування композиції переводить деревину у стан важкогорючості, яка не поширює полум'я поверхню, з помірною димоутворювальною здатністю. За цими показниками пожежної небезпеки, вогнезахищена деревина, як будівельний матеріал, дозволяється до застосування для внутрішнього облаштування приміщень, в тому числі, на шляхах евакуації.

Ключові слова: деревина; вогнезахисне покриття деревини; леткі продукти горіння; горіння деревини; димоутворення

Актуальність. На теперешній час целюлозовмісні матеріали, до яких можна віднести деревину та вироби з неї, текстильні матеріали, очерет та інші, знайшли широке застосування в будівництві, оздобленні приміщень та споруд. Але

характеризуються підвищеною пожежною небезпекою і потребують відповідного захисту від дії підвищеної температури, та повинні відповідати екологічній безпеці. Суть вогнезахисту целюлозовмісних матеріалів полягає в їхньому

Сірко З. С., Стариш Є. А., Коновальчук Г. Я., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчиловський Д. П., Кісіль Л. Л., Пархоменко В. І.

обробленні спеціальними хімічними речовинами, суть якого полягає в наданні їм здатності протистояти дії полум'я, поширенню полум'я поверхнею, в запобіганні вільному доступу кисню, який сприяє деструкції і прискоренню процесу горіння. На сьогоднішній день існують два види вогнезахисного оброблення: просочення матеріалу та поверхневе нанесення спеціальних покриттів.

Для вогнезахисту целюлозовмісних матеріалів рекомендуються здебільшого сполуки фосфору, бору, галогеніди та інші [1-3]. Однак, вони характеризуються підвищеною гігроскопічністю та корозійною активністю виробів, вміщують у своєму складі високотоксичні сполуки, мають обмежену сферу застосування та вимиваються під час експлуатації. Вогнезахисний ефект такої композиції обумовлюється гальмуванням процесів горіння целюлози за рахунок утворення у процесі піролізу деревини великої кількості негорючих газів (внаслідок розкладу інгредієнтів) та інтенсивного обвуглювання.

Вогнезахист будівельних конструкцій проводиться із застосуванням спеціальних покриттів:

- неорганічні вогнезахистні покриття є жорсткими і під дією атмосфери втрачають свої адгезійні властивості та швидко осипаються.

- покриття на органічній основі характеризуються підвищеною димоутворювальною здатністю і токсичністю продуктів горіння та швидко руйнуються.

Вогнезахисні властивості антипіренних компонентів за умови додавання до них антисептиків в деяких випадках погіршуються, рідко залишаються незмінними, а частіше за все покращуються. Додавання фториду натрію до пари "діамонійфосфат + сечовина" і додавання біхромату калію до пари "бура + борна кислота" призводить до помітного зниження антипіреної ефективності цих пар. Ефективність пари "бура + борна кислота" різко збільшується з додаванням до неї значних кількостей пентахлорфеноляту натрію (ПХФН). Встановлено позитивний вплив ПХФН на вогнезахисні властивості трихлоретилфосфату (ТХЕФ). За помірного для вогнезахисту поглинання (40 кг/м^3) ефективність препарату удвічі вища порівняно з чистим ТХЕФ [4]. Наведені речовини, які покращують вогнебіозахисні властивості деревини є шкідливими і відносяться до I та II класу небезпеки [5].

Особливу увагу привертає характер впливу антипіреного компонента на токсичність антисептичного компонента у вогнебіозахисних препаратах. Раніше [6] було встановлено, що препарат ББФ (бура: борна кислота: фторид

Сірко З. С., Стариш Є. А., Коновальчук Г. Я., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчиловський Д. П., Кісіль Л. Л., Пархоменко В. І.

натрію = 3:3:1) значно токсичніший за чистий фторид натрію (ФН). В разі комбінування ФН з іншими антипіренами (діамонійфосфат, борна кислота + кальцинована сода; діамонійфосфат + сечовина) хоча і не одержали настільки ж високих показників, але спостерігали посилення токсичності суміші (порівняно з чистим ФН). Невелике посилення токсичності суміші виявлено і в разі комбінування ФН із сульфатом амонію. Помітне зниження токсичності спостерігалось, коли антисептик хлорид цинку комбінували із сульфатом амонію чи препаратом „хлорид амонію + алюмоамонійний галун”.

Таким чином, стосовно дослідженого в цьому випадку препарату експериментально встановлено як явище синергізму, тобто утворення внаслідок змішування компонентів нових, більш токсичних сполук, так і явище антагонізму, тобто утворення менш токсичних сполук.

В європейських державах встановлено вимоги до безпечності захисних засобів і вогнезахисної деревини для людей та теплокровних тварин. Встановлено [7–10], що металоорганічні, хлорфенольні сполуки, а також фтору, арсену шкідливі для людей і тварин, тому вони не повинні використовуватися згідно з правилами безпеки. Вказується [14] на небажане використання для житлових

приміщень пентахлорфенолу та його солей, оскільки вони, виділяючись із деревини, спричинюють головний біль, важкість, а також захворювання на тонзиліт, фарингіт, бронхіт.

Аналізуючи технічні умови на водні розчини захисних засобів для деревини (ГОСТ 28815–96), можна відзначити, що як антисептики використовуються речовини I, II, III класів небезпечності за ГОСТ 12.1.007 [5]. Так, пентахлорфенолят натрію належить до I класу: речовина надзвичайно небезпечна, подразнює слизові оболонки верхніх дихальних шляхів і шкіряний покрив. Біхромати натрію і калію також належать до I класу: спричинюють місцеве подразнення шкіри і слизових оболонок; загальна токсична дія проявляється в ураженні нирок, печінки, шлунково-кишкового тракту і серцево-судинної системи; ці речовини є канцерогенами. Фторид натрію, фторид амонію, біфторид-фторид амоній належать до II класу: речовини високонебезпечні; подразнюють слизові оболонки верхніх дихальних шляхів, легенів, шлунку, шкіряний покрив; у разі гострого отруєння головне значення має дія на центральну нервову систему і місцева дія на легені та шлунково-кишковий тракт; ці речовини справляють мутагенний вплив на організм.

Хорошими вогнезахисними властивостями характеризуються препарати ДМФ

Сірко З. С., Стариш Є. А., Коновальчук Г. Я., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчиловський Д. П., Кісіль Л. Л., Пархоменко В. І.

(діамонійфосфат + сечовина + фтори натрію): ДМФ-112; ДМФ-551; ДМФ-552. Через присутність у препаратах фториду натрію вони належать до речовин II класу небезпечності. До того ж класу варто віднести препарат МС.

Наявність високонебезпечних речовин у рецептурах вогнебіозахисних препаратів зменшує перспективу застосування останніх для вогнезахисту будівельних конструкцій з деревини. Під час експлуатації на поверхні вогнезахисної деревини антипірени вогнезахисних засобів через короткий проміжок часу з деревини мігрують разом з вологою до поверхні, утворюючи аерогелі і висипаються з неї під впливом навколишньої атмосфери у вигляді аерозолів, що є головною причиною послаблення вогнезахисних властивостей. Тому кожного року проводиться повторне поверхнєве просочення деревини. До того ж, вогнебіозахисні засоби деревини, які утримують в своєму складі шкідливі речовини, стають небезпечними для навколишнього середовища.

Таким чином, можна констатувати, що всі аспекти даного механізму досконало не визначені, і актуальними залишаються дослідження щодо вдосконалення вогнезахисної ефективності деревини.

Мета досліджень – Метою даної роботи є дослідження вогнезахисної

ефективності вогнезахисної деревини покрівельною композицією та зниження рівня екологічної небезпеки деревини при її вогнезахисті.

Методика досліджень. Методи випробувань на займість проводили згідно ДСТУ 4155-2003 «Захист від пожеж. Матеріали текстильні. Методи випробування на займість». Цей стандарт установлює метод випробування для оцінювання характеристик горіння текстильних матеріалів (у тому числі з покриттям та просоченням) для виготовлення різних виробів у тому числі і наметів.

Для проведення випробувань використовували випробувальну установку, що складається із газового пальника, камери для проведення випробувань, тримача проби, основи установки. Також використовували інші засоби: секундомір не нижче другого класу точності, ножиці, металеву лінійку, металевий шаблон розміром 220 ± 1 мм х 170 ± 1 мм із отворами діаметром 5 мм, розташованими так, щоб відстань між центрами отворів відповідала відстаням між шипами на рамі.

Матеріали та методи дослідження. Для встановлення горючості деревини використовували зразки деревини, необроблений та які оброблювали композицією, яке утворює на поверхні безбарвну плівку та здатне під дією високої температури створити на поверхні

Сірко З. С., Стариш Є. А., Коновальчук Г. Я., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчиловський Д. П., Кісіль Л. Л., Пархоменко В. І.

пінококсовий захисний шар, а саме, покрівельним просочувальним розчином на основі суміші органічних і неорганічних речовин (рис. 1). Для піролізу використовували зразки

деревини середніми розмірами 10×10 мм і висотою 10 мм, які оброблені вогнезахисним покриттям наведеними вище.

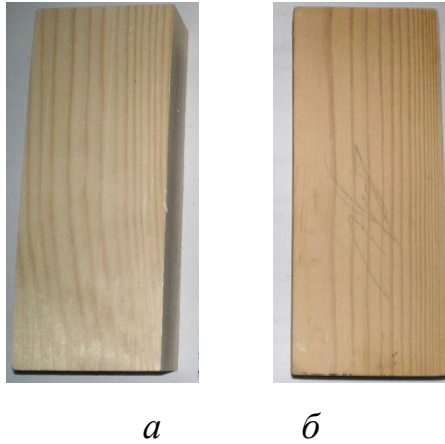


Рис. 1. Модельні зразки вогнезахисної деревини: а – необроблений, б – оброблений спучуючим лаком.

Для встановлення вогнезахисної ефективності очерету використовували зразки очерету, які оброблювали композицією, що утворює на поверхні безбарвну плівку та здатна під дією високої температури створити на поверхні пінококсовий захисний шар. Така композиція представлена покрівельним просочувальним розчином на основі суміші органічних і неорганічних речовин (суміш карбаміду і фосфорних кислот та природного полімеру). Для дослідження ефективності вогнезахисного матеріалу використовували зразки очерету з наступними середніми розмірами: діаметром до 10 мм і висотою 310 мм, які зв'язували у мати розміром 310×140 мм і обробляли

покрівельним просочувальним розчином з витратою 47,1 г/м².

З метою встановлення відповідності вогнезахисних властивостей деревини обробленої вогнезахисним лаком проведено експериментальні дослідження для визначення групи горючості деревини необробленої та вогнезахисної композицією згідно з [11].

Суть методу випробувань експериментального визначення групи важкогорючих та горючих твердих речовин і матеріалів полягає у впливі на зразок, розташований в керамічній трубі установки ОТМ, полум'я пальника з заданими параметрами (температура газоподібних продуктів горіння на виході з керамічної труби становить 200 °С ± 5 °С). Під час проведення

Сірко З. С., Стариш Є. А., Коновальчук Г. Я., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчиловський Д. П., Кісіль Л. Л., Пархоменко В. І.

експериментальних досліджень фіксується максимальний приріст температури газоподібних продуктів горіння (Δt) та втрата маси зразка (Δm).

Максимальний приріст температури (Δt_{\max}) розраховують за формулою:

$$\Delta t_{\max} = t_{\max} - t_0, \quad (1)$$

де t_{\max} – максимальна температура газоподібних продуктів горіння матеріалу, який досліджується °С;

t_0 – початкова температура (200 °С).

Втрату маси зразка (Δm) у відсотках розраховують за формулою:

$$\Delta m = \frac{m_{\text{н}} - m_{\text{к}}}{m_{\text{н}}} \cdot 100, \quad (2)$$

де $m_{\text{н}}$ – маса зразка до випробувань, г;

$m_{\text{к}}$ – маса зразка після випробувань, г.

За результатами випробувань матеріали класифікуються як:

важкогорючі - $\Delta t < 60$ °С та $\Delta m < 60$ %;

горючі - $\Delta t \geq 60$ °С чи $\Delta m \geq 60$ %.

Горючі матеріали поділяються в залежності від часу (τ) досягнення максимальної температури газоподібних продуктів горіння на:

важкозаймисті: $\tau > 240$ с;

середньої займистості: $30 \text{ с} \leq \tau \leq 240$ с;

легкозаймисті: $\tau < 30$ с.

При визначення індексу поширення полум'я фіксується відстань термічного руйнування зразка та температура димових газів.

За значенням індексу поширення полум'я матеріали класифікують:

– не поширюють полум'я по поверхні-індекс поширення 0;

– повільно поширюють-індекс поширення $0 \div 20$;

– швидко поширюють-індекс поширення > 20 .

При визначенні коефіцієнта димоутворення визначають оптичну провідність утворених димових газів.

У залежності від одержаного коефіцієнта димоутворення розрізняють:

– з малою димоутворювальною здатністю – більше 50 м²/кг;

– з помірною димоутворювальною здатністю – більше 50 м²/кг до 500 м²/кг включно;

– з високою димоутворювальною здатністю – коефіцієнт димоутворення більше 500 м²/кг.

Результати досліджень. На теперішній час з'явилися ефективні інтумесцентні покриття та просочувальні композиції (суміші), зокрема, композиція зі вмістом фосфорної кислоти, ОРДФ та плівкоутворювача природного походження, крохмалю. Оброблення деревини, очерета, текстильних матеріалів дозволяє покращити умови експлуатації вогнезахищеного виробу і,

Сірко З. С., Стариш Є. А., Коновальчук Г. Я., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчиловський Д. П., Кісіль Л. Л., Пархоменко В. І.

таким чином, сприяти підвищенню рівня пожежної безпеки об'єктів, на яких використовуються такі матеріали [12]. Комплексними дослідженнями властивостей вогнезахисних матеріалів визначено зміни умов вогнезахисту, що відображається взаємозв'язком процесів піролізу й горіння деревини із фізико-хімічними властивостями композиції (флегматизуванням, інгібуванням, ізолюванням теплопередачі), які призводять до перетворення плівки покриття до теплоізолюючого шару пінококсу із новими фізико-хімічними властивостями, зокрема відсутністю доступу кисню. Як засвідчують результати газової хроматографії в продуктах піролізу кількість водню зменшилась більш ніж 3,5 рази, оксиду вуглецю – у 2,5 разів, зовсім відсутній метан, кількість азоту збільшилась більше, ніж на 80 %.

Фізико-механічна побудова тканини та очерету, їх структура і фізико-хімічні властивості, а також умови експлуатації відрізняються від деревини та її модифікацій, а тому просочення сольовим антипіреном для таких матеріалів не є ефективним, а саме вогнезахисні матеріали покриваються шаром дрібних кристалів антипірену, змінюється колір та більш інтенсивно втрачається ефективність вогнезахисту. Після оброблення текстильних матеріалів та очерету отриманою композицією в продуктах піролізу кількість метану зменшується понад 10 разів, водню – в 20 разів, оксиду вуглецю – в 30 разів та збільшується кількість негорючих газів: діоксиду вуглецю – в 2 рази, азоту – в 3 разів.

На рисунку 2 показано результати випробування вогнезахисного зразка деревини.



Рис. 2. Результат випробування вогнезахисної деревини

Сірко З. С., Стариш Є. А., Коновальчук Г. Я., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчилевський Д. П., Кісіль Л. Л., Пархоменко В. І.

Для встановлення вогнезахисної ефективності при дослідженні ефективності оброблення інтумесцентним покриттям на основі органічних та мінеральних речовин були проведені дослідження щодо визначення групи горючості вогнезахищеної деревини. Результати досліджень з визначення втрати маси зразків (Δm , %) та приросту максимальної температури газоподібних продуктів горіння (Δt , °C) зразків вогнезахищеної деревини, проведеними у лабораторних умовах, наведено на рис. 3, 4.

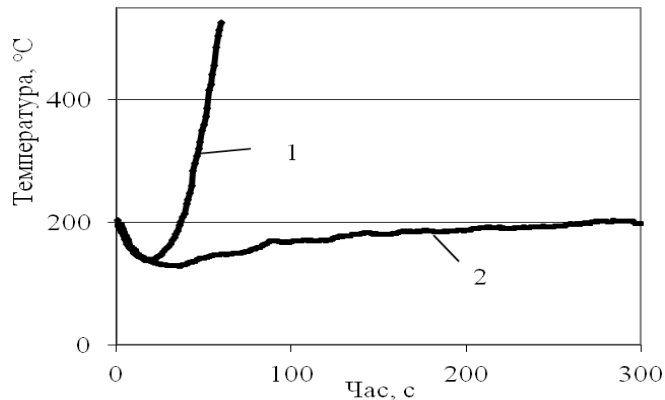


Рис. 3. Динаміка наростання температури димових газів під час випробування деревини: 1 – необроблена; 2 – вогнезахищена покрівельною композицією.

За початкової температури газоподібних продуктів горіння $T = 200$ °C, при дії полум'я пальника на вогнезахищений зразок деревини оброблений інтумесцентним покриттям на основі органічних та мінеральних речовин, температура газоподібних продуктів горіння

зменшилась та становила $T \leq 200$ °C, а втрата маси не перевищила 2 %. Таким чином, деревина, оброблена інтумесцентним покриттям на основі органічних та мінеральних речовин, відноситься до групи важкогорючих матеріалів, а необроблена – до горючих середньої займистості.

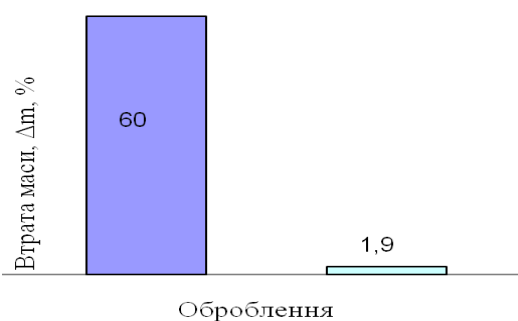


Рис. 4. Результати втрати маси зразків Δm , % деревини: 1 – необроблена; 2 – вогнезахищена покрівельною композицією.

Сірко З. С., Стариш Є. А., Коновальчук Г. Я., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчиловський Д. П., Кісіль Л. Л., Пархоменко В. І.

Проведено експериментальні дослідження з визначення індексу поширення полум'я згідно з [11]. Результати випробувань наведено у

табл. 2. Встановлено, що вогнезахисту деревини, порівняно з необробленою (табл. 1), має індекс поширення полум'я рівний 0.

1. Час проходження фронтом полум'я контрольних точок зразка деревини

Зразок деревини	Температура димових газів, °С		Час проходження фронтом полум'я ділянок зразка, с										Час досягнення T_{max} димових газів, с	Довжина пошкодження зразка, мм	Індекс поширення полум'я
	T_1	T_{max}	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Необроблений	88	367	21	25	5	22	48	47	32	45	99	32	121	298	56,7
Захищений покриттям	91	98	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	394	0	0

Необроблена деревина характеризується високим коефіцієнтом димоутворення та потребує його зниження, оскільки може використовуватись на об'єктах масового перебування людей.

2. Результати випробувань зразків вогнезахисної деревини

Режим випробувань та густина теплового потоку	Номер зразка для випробувань	Маса зразка (m), г	Світлопропускання, %		Коефіцієнт димоутворення (D_m), м ² /кг
			Початкове значення (T_0)	Кінцеве значення (T_{min})	
1	2	3	4	5	6
Полуменеве горіння, 35 кВт/м ²	1	5,26	100	90,7	15,4
	2	5,30	100	90,9	14,9
	3	5,28	100	89,8	16,9
	4	5,23	100	89,6	17,4
	5	5,32	100	88,4	19,2
Середнє значення (округлено до цілого числа)			17		
Тління, 35 кВт/м ²	1	5,19	100	76,0	43,9
	2	5,19	100	77,3	41,2
	3	5,16	100	77,9	40,2
	4	5,14	100	78,1	39,9
	5	5,21	100	78,8	38,0
Середнє значення (округлено до цілого числа)			41		

Згідно з [11] визначено димоутворювальну здатність оброблених інтумесцентним покриттям на основі органічних та мінеральних речовин зразків деревини. Дослідження показали (табл. 3) значне зменшення коефіцієнта димоутворення для вогнезахисних зразків деревини та

їх перехід з групи матеріалів з високою димоутворювальною здатністю (для необроблених зразків) до групи матеріалів з малою димоутворювальною здатністю.

Використання вогнезахисної композиції дозволяє отримати важкозаймісті матеріали з тканин, що з точки зору пожежної безпеки

Сірко З. С., Стариш Є. А., Коновальчук Г. Я., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчилевський Д. П., Кісіль Л. Л., Пархоменко В. І.

дозволяє важкозаймісті тканини використовувати на об'єктах з масовим перебуванням людей (готелі, кінотеатри, театри, кафе, ресторани тощо). Дослідженням піддавались

також необроблені та оброблені зразки бавовняної тканини (рис. 5). Результати випробування наведені в табл. 3.

3. Результати випробувань зразків тканини

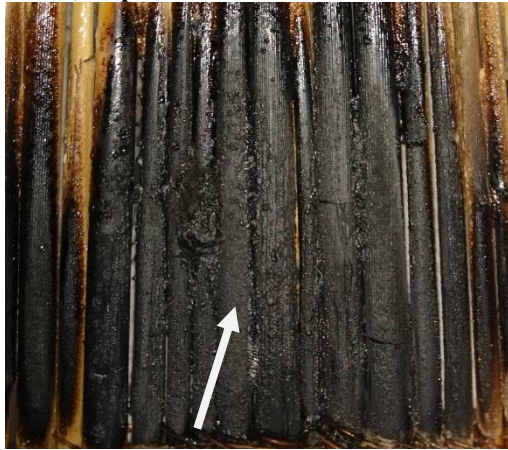
Характер впливу пальника	№ зразка	Середня маса зразка, г	Час Впливу полум'я, с	Середня довжина пошкодження зразка, мм	Час Залишкового полуменевого горіння, с
З поверхні	1-5	45,12	15	39,0	0
З краю	1-5	45,04	15	35,2	0



Рис. 5. Випробування тканини

На рис. 6 показано результати випробувань процесу займання та поширення полум'я вогнезахищеного

очерету. В табл. 4 час проходження фронтом полум'я контрольних точок.



Обвуглювання поверхні

а



Утворення шару пінококсу

б

Рис. 6. Результати випробувань процесу займання та поширення полум'я вогнезахищеного очерету: а – покрівельним просочувальним розчином, б – спучуючим покриттям

Під час випробувань зразків очерету було встановлено, що необроблений зразок зайнявся на 52 с, полум'я поширилося по всьому зразку протягом 100 с, натомість, зразок вогнезахищений покрівельним просочувальним розчином, а саме, сумішшю карбаміду і фосфорних кислот та природного полімеру у кількості 47,1 г/м², зайнявся на 595 с, поширення полум'я поверхнею відбулося тільки на першу ділянку, максимальна температура димових газів становила 114 °С за час, більший понад 5 разів, а індекс горючості знизився до 0,42.

4. Час проходження фронтом полум'я контрольних точок

Зразок очерету	Температура димових газів, °С		Час займання, с	Час проходження фронтом полум'я ділянок зразка, с									Час досягнення максимальної температури димових газів, с	Довжина горіння зразка, м	Індекс горючості
	T ₁	T _{max}		1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Необроблений	61	323	52	2	8	7	10	6	8	7	6	7	101	294	177,5
Вогнезахищений покрівельним просочувальним розчином	62	114	595	—	—	—	—	—	—	—	—	—	596	22	0,42

Згідно з ГОСТ 12.1.004 [5] одним з основних небезпечних факторів пожежі (НФП), що впливають на людей, є токсичні продукти горіння. Під час виникнення пожежі вплив токсичних продуктів горіння може

значно випереджувати дію інших НФП (підвищену температуру оточуючого середовища та відкрите полум'я). Тому показник токсичності продуктів горіння увійшов як один з

Сірко З. С., Стариш Є. А., Коновальчук Г. Я., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчилевський Д. П., Кісіль Л. Л., Пархоменко В. І.

основних показників пожежної небезпеки будівельних матеріалів.

Статистичні дослідження [2] свідчать, що більше 70% загальної кількості загибелі людей на пожежах спричинено отруєнням продуктами горіння. Потенційна небезпека на пожежах зростає у зв'язку з широким застосуванням в різні сфери праці та побуту людей горючих матеріалів. Одним з напрямків підвищення безпеки людей є застосування матеріалів, що мають низький рівень показників токсичності продуктів горіння.

Відомо, що деревину за показником токсичності продуктів горіння згідно з [11] відносять до класу високонебезпечних матеріалів, тобто значення H_{CL50} становить $31,6 \text{ г/м}^3$ і знаходиться у межах вказаного класу $13\text{-}40 \text{ г/м}^3$. Якщо за

порівняльною оцінкою встановлений токсичний ефект відповідає такому ж як і для деревини, за умов однакових значень мас зразків, потенційна токсичність таких матеріалів визначається як „прийнятна”. Токсичність продуктів горіння полімерів згідно з їх вимогами не має бути більш токсичними ніж продукти горіння необробленої деревини. Очевидно, що деревині як еталону притаманна однорідність структури та властивостей, а також вона не є матеріалом з допустимою токсичністю продуктів горіння.

З огляду на вищенаведене відділом гігієни та токсикології ДП УНДІ медицини транспорту МОЗ України були проведені відповідні токсикологічні випробування дерев'яних елементів, що були оброблені композицією. (табл. 5).

5. Результати токсикологічних випробувань продуктів горіння обробленої деревини сосни

400°C		750°C	
HCL50, г/м3	HbCO, %	HCL50, г/м3	HbCO, %
58,6	59,2	Не досягнуто	Не виявлено

Таким чином, в результаті випробувань токсичності продуктів горіння встановлено наступне: рівень карбоксигемоглобіну у крові лабораторних тварин свідчить про те, що смертельний ефект обумовлений головним чином дією монооксиду вуглецю. Мінімальне значення показника H_{CL50} , визначене при температурі 400°C складає для деревини $58,6 \text{ г/м}^3$, використане для

встановлення величини показника токсичності продуктів горіння згідно з класифікацією за ГОСТ 12.1.044 [11], та встановлено що досліджені матеріали відносяться до помірно небезпечних матеріалів.

Проведено випробування з визначення токсичності продуктів згідно з ГОСТ 12.1.044 [11] тканини льняної обробленої композицією, яка використовується для виготовлення

Сірко З. С., Стариш Є. А., Коновальчук Г. Я., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчилевський Д. П., Кісіль Л. Л., Пархоменко В. І.

штор, у відділі гігієни та токсикології ДП УНДІ медицини транспорту МОЗ України.

лабораторних тварин визначалась спектрофотометричним методом (табл. 6).

Масова доля карбоксигемоглобіну в крові

6. Результати токсикологічних випробувань тканини “Runotex”

400°C		750°C	
HCL50, г/м ³	НЬСО, %	HCL50, г/м ³	НЬСО, %
84,3	49,8	72,4	52,6

За результатами досліджень з визначення токсичності продуктів горіння обробленої тканини встановлено: значення кількості карбоксигемоглобіну у крові лабораторних тварин свідчить про те, що смертельний ефект обумовлений головним чином дією оксиду вуглецю, аміаку та водню ціаністого. Мінімальне значення показника HCL50, визначене при температурі 750 °C, склало 72,4 г/м³. Тому значення HCL50 при температурі 750 °C використане для встановлення величини показника токсичності продуктів горіння згідно з класифікацією згідно з ГОСТ 12.1.044 [11], відповідно до якого показника досліджуваний зразок відноситься до класу помірно небезпечних матеріалів.

Придатність до використання на об'єктах масового перебування людей визначається, крім норм пожежної безпеки, також санітарно-епідеміологічними вимогами (нормами). Проведено токсикологічні випробування на придатність

вогнезахищеної деревини до використання її в пасажирських вагонах, дизель- та електропотягах. За результатами випробувань надано “Висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи”, в якому зазначено, що “Об'єкт експертизи” відповідає встановленим медичним критеріям безпеки (показникам): за результатами оцінки ризику для здоров'я населення та працюючих, аналізами наданої заявником документації, яка свідчить, що при виготовленні деталей вогнезахищених деревини, концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони, а саме: формальдегіду – не більше 0,5 мг/м³ (пари, II клас небезпеки), уайт-спіріту – не більше 300 мг/м³ (пари, IV клас небезпеки), етилацетату – не більше 200 мг/м³ (пари, IV клас небезпеки). Ефективна питома активність природних радіонуклідів у матеріалі – не більше 370 Бк/кг згідно з НРБУ-97.

Таким чином, застосування екологічнобезпечних вогнебіозахисних сумішей дозволяє

Сірко З. С., Стариш Є. А., Коновальчук Г. Я., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчиловський Д. П., Кісіль Л. Л., Пархоменко В. І.

вирішити ряд пожежонебезпечних та екологічних задач щодо застосування вогнезахисних целюлозовмісних матеріалів на об'єктах з масовим перебуванням людей.

Висновки

Проведено експериментальні дослідження процесу займання зразків деревини та виявлено вплив на цей параметр вогнезахисного покриття. Визначено характеристики параметрів займання та пригнічення

Список використаних джерел

1. Тичино Н.А. Особенности практического применения огне- и биозащитных средств для пропитки древесины. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Вып. 6. М.: ВНИИПО, 2002. С. 38-43.

2. Жартовский В.М., Цапко Ю.В. Профилактика горения целюлозовмісних матеріалів. Теорія та практика. Київ: УкрНДІПБ МНС України, 2006. 248 с.

3. Бут В.П., Жартовський В.М., Цапко Ю.В., Барило О.Г. Новый подход к огнебиозащите изделий из целлюлозы. Пожаровзрывобезопасность. М.: ВНИИПО, 2004. Вып. 5. С. 31-32.

4. Максименко Н.А. Исследование токсичности огнебиозащитных препаратов. В кн.: Вторая Всесоюзная конференция по биоповреждениям. Тез. докл. 4 II, г. Горький, 1981. С. 144-145.

5. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – Киев: Госстандарт Украины, 1995.

6. Жартовський В., Бут В., Цапко Ю., Барило О. Дослідження механізму вогнезахисної ефективності деревини просочувальними композиціями. Коммунальное хозяйство городов: Научно-технический сборник. Вып.55 (Технические науки и архитектура). К.: Техніка, 2004. С. 219-229.

7. Baker J.M., a.o. Research in wood protection at the Princes Risborough

горіння, що дозволяють одержувати зміну динаміки горіння при розкладі вогнезахисного покриття. При цьому встановлено зміщення процесу займання зразків деревини у більш часові терміни.

Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення процесів структуроутворення захисного шару, встановлення взаємозв'язку між складовими і властивостями покриттів та їх оптимізації.

Laboratory. 1975-1976 - Build. Res Establ. Curr. Pap., 1977, № 37. 14 p.

8. Becker G. Situation und Tendenzen der Holzschutzmittel Anwendung. Holz als Roh und Werkstoff. 1978. 36, № 7. P. 255-260.

9. Dobbs A.J., Grant C. The volatilization of arsenic on burning of copper-chrome-arsenic (CCA) treated wood. Holzforschung. 1978 32, № 1. P.32-35.

10. Krauses Chr., Englert N. Zur Gesundheitlichen Pentachlorphenolhaltiger Holzschutzmittel in Wohnrduemen. Holz als Roh und Werkstoff. 1980. № 11. P. 429-432.

11. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения: ГОСТ 12.1.044–1989 [Дата введения 1991–01–01]. М.: Издательство стандартов, 1990. 143 с.

12. Цапко Ю.В., Соколенко К.І. Аспекти моделювання процесу висолювання вогнезахисних композицій з деревини. Науковий вісник УкрНДІПБ. 2005. № 1 (11). С. 82-85.

References

1. Tichino N.A. (2002). Osobennosti prakticheskogo primeneniya ogne-i biozashchitnykh sredstv dlya propitki drevesiny. Pazharovzryvoopasnost veshchestv i materialov. Vyp. 6. M.: VNIPO. P. 38-43.

2. Zhartovskiy V.M., Tsapko Yu. V. (2006). Profilaktyka gorinnya tselyulozovmisnykh materialiv. Teoriya ta praktyka. Kyiv: UkrNDIPB MNS Ukrainy, 248.

Сірко З. С., Стариш Є. А., Коновальчук Г. Я., Цирень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчилевський Д. П., Кісиль Л. Л., Пархоменко В. І.

3. But V.P., Zhartovskiy V.M., Tsapko Yu.V., Barylo O.G. (2004). Novyy podkhod k ognеbiozashchite izdeliy iz tsellulozy. Pozharovzryvobezopasnost. M.: VNIPO. Vyp. 5. P. 31-32.

4. Maksimenko N.A. Issledovanie toksichnosti ognеbiozashchitnykh preparatov. V kn.: Vtoraya Vsesoyuzn. Konferentsyya po biopovrezhdeniyam. Tez. dokl. 4 II, g. Gorkiy. 1981. P. 144-145.

5. GOST 12.1.007-76 SSBT. Vrednye veshchestva. Klassifikatsyya i obshchie trebovaniya bezopasnosti. Kiev: Gosstandart Ukrainy. 1995.

6. Zhartovskiy V.M., But V.P., Tsapko Yu.V., Barylo O.G. (2004). Doslidzhennya mekhanizmu vognеzakhysnoi efektyvnosti derevyny prosochuvalnymy kompozytsyyamy. Kommunalnoye khozyaystvo gorodov: Nauchno-tekhnicheskyy zbornik. Vyp. 55 (Tekhnicheskyye nauki i arkhitektura). K.: Tekhnika, P. 219-229.

7. Baker J.M., a.o. (1977) Research in wood protection at the Princes Risborough

Laboratory. 1975-1976 - Build. Res Establ. Curr. Pap. № 37. 14.

8. Becker G. (1978). Situation und Tendenzen der Holzschutzmittel Anwendung. Holz als Roh und Werkstoff. 36, № 7. P. 255-260.

9. Dobbs A.J., Grant C. (1978). The volatilization of arsenic on burning of copper-chrome-arsenic (CCA) treated wood. Holzforschung. 32, № 1. P.32-35.

10. Krauses Chr., Englert N. (1980). Zur Gesundheitlichen Pentachlorphenolhaltiger Holzschutzmittel in Wohnrdumen. Holz als Roh und Werkstoff. № 11. P. 429-432.

11. (1990). Pozharovzryvobezopasnost veshchestv i materialov. Nomenklatura pokazateley i metody ikh opredeleniya: GOST 12.1.044 – 1989 [Data vvedeniya 1991 – 01 – 01]. M.: Izdatelstvo standartov, 143.

12. Tsapko Yu.V., Sokolenko K.I. (2005). Aspekty modelyuvannya vognеzakhysnykh kompozytsiy z derevyny. Naukovyy visnyk UkrNDIPB. № 1 (11). P. 82-85.

СООТВЕТСТВИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ЦЕЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

З. С. Сирко, Е. А. Старыш, Г. Я. Коновальчук, Н. Л. Цирень, А. Ю. Цапко, Д. П. Торчилевский, Л. Л. Кисиль, В. И. Пархоменко

Аннотация. В строительстве все более интенсивно ведется поиск новых высокоэффективных средств огнезащиты древесины. Но огнезащита сегодня должна не только обеспечивать нормированную огнестойкость древесины, а также хранить ее эксплуатационные параметры, решать экологическую безопасность и долговечность. Поэтому важной проблемой обеспечения жизнедеятельности и безопасного функционирования объектов строительства является разработка, с экономической, технологической и экологической точек зрения, вспенивающих огнезащитных покрытий для строительных конструкций, что могут использоваться не только наравне с существующими аналогами, но и быть высокоэффективными в специальных отраслях строительства, что предотвращает возникновение техногенных аварий. В статье приведены результаты исследований по повышению эффективности защиты объектов путем перевода, примененных в них, целлюлозосодержащих материалов в группу трудногорючих и установлено, что применение композиции переводит древесину в состояние трудногорючести, которая не распространяет пламени по поверхности, с умеренной дымообразующей способностью. По этим показателям пожарной опасности, огнезащищенная

Сірко З. С., Стариш Є. А., Коновальчук Г. Я., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчильський Д. П.,
Кісіль Л. Л., Пархоменко В. І.

древесина, как строительный материал, разрешается к применению для внутреннего устройства помещений, в том числе на путях эвакуации.

Ключевые слова: древесина; огнезащитное покрытие древесины; летучие продукты горения; горение древесины; дымообразование

COMPLIANCE OF FIRE-PROTECTIVE CELLULOSE-CONTAINING MATERIALS WITH ENVIRONMENTAL SAFETY

**Z. Sirko, E. Starysh,, G. Konovalchuk N. Tsireny, O. Tsapcko,, D. Torchilevskyi,
L. Kysyl, V. Parkhomenko,**

***Abstract.** Search for new highly efficient agents for wood fire retardant treatment in the construction has been conducted more and more intensively. But fire retardant treatment nowadays should not only ensure specified fire resistance of wood but preserve its performance as well as ensure its environmental safety and durability. Therefore a significant problem of ensuring vital activities and safe functioning of building facilities lies in the development of intumescent coatings for building structures taking into consideration economical, processing and environmental aspects; these coatings shall be used not only on a par with existing similar ones but be highly efficient in special spheres of construction which makes it possible to prevent occurrence of man-caused accidents. The paper shows results of the studies purposed at raising efficiency of the facilities protection by conversion of the cellulose containing materials used at them to the group of hardly combustible materials; it was revealed that application of appropriate composition converted the wood into hardly combustible material that did not spread flame across its surface and had moderate smoke production ability. Taking into account these fire hazard indices the wood having been subjected to fire retardant treatment as construction material could be allowed for application for the internal lining of rooms including those at the escape routes.*

***Keywords:** wood; fire retardant coating of wood; volatile combustion products; burning of wood; smoke formation*

**МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ПРОДУКЦІЇ НА
ПРИКЛАДІ ЕЛЕВАТОРА****В. А. КОРЕНДА, О. С. ПРОТАСОВ, І. Ю. ВИШНЯКОВ, М. Ж. КОЛЯДЮК***Український державний науково-дослідний інститут «Ресурс»***З. С. СІРКО**, кандидат технічних наук*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

E-mail: z.sirko@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.01.014>

***Анотація.** Енергетичний менеджмент – це самостійний вид професійної діяльності, спрямований на досягнення у ході будь-якої господарської діяльності підприємства (організації), що діє в ринкових умовах, зниження витрат шляхом підвищення енергетичної ефективності. Енергоменеджмент включає в себе набір заходів, націлених на економію енергетичних ресурсів: моніторинг енергоспоживання та енергоємності продукції, розробку енергетичних бюджетів, аналіз існуючих показників як основи складання нових бюджетів, розробку енергетичної політики, планування нових енергозберігаючих заходів. У даній статті висвітлено методику визначення енергоємності продукції для промислових підприємств, а саме показників енергоємності. До даних величин відносяться: норми витрат теплової та електричної енергії на одиницю виробленої промислової продукції, а також норми витрат палива та електроенергії на відпуск тепла котельнею підприємства. Дані показники являються індикаторами енергоефективності, які потрібно розраховувати при впровадженні систем енергетичного менеджменту на підприємствах. Вони являються орієнтирами, по яким оцінюється поточний стан енергоефективності та запланований на майбутні періоди з врахуванням зміни величин випуску продукції, впровадження чи демонтажу обладнання, реалізації енергозберігаючих заходів тощо. В статті показано розрахунок показників енергоємності продукції на прикладі зерноховища силосного типу (елеватора).*

Також енергоємність продукції являється показником по якому оцінюється енергоефективність підприємства при проведенні енергетичних аудитів під егідою багатьох міжнародних фінансових організацій, які здійснюють виділяють грошові кошти на впровадження енергозберігаючих заходів.

Ключові слова: енергоємність, електроенергія, тепла енергія, паливо

Постановка проблеми. В Україні починаючи з 2007 року підприємства, особливо працюючі на експорт продукції, почали проходити сертифікацію по стандартам ISO (Міжнародна організація по

стандартизації). Першим із даних стандартів був ISO 9001 – стандарт якості продукції. Нині набирає поширення впровадження на підприємствах стандарту ISO 50001 «Системи енергетичного

Коренда В. А., Протасов О. С., Вишняков І. Ю., Колядюк М. Ж. Сірко З. С.

менеджменту». Одним із критеріїв впровадження даної системи є розробка індикаторів енергоефективності одним із яких являється енергоємність продукції: відношення кількості затрачених на її виробництво паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) до випуску [1, стор. 12]. На даний момент в Україні діючих методик розрахунку енергоємності продукції не існує, проте в даному напрямку існують значні напрацювання.

В Україні до 2014 року існувала система нормування витрат паливно-енергетичних ресурсів. Розробка питомих норм витрат ПЕР (енергоємності) була обов'язковою для підприємств всіх галузей промисловості з річним споживанням 1000 або більше тон умовного палива (т у.п.) [2, стор. 2]. Керуючими державними органами в даному напрямку були регіональні інспекції з енергозбереження що підпорядковувалися Держенергоефективності. Розробка норм базувалась, в більшості випадків, на розрахунково-аналітичному методі на основі методик розроблених за часів СРСР з поправками пов'язаними з технологічним прогресом, змінами клімату тощо.

Проблема енергоефективності також актуальна для підприємств системи Держрезерву України, найпотужнішим напрямом діяльності

яких є аграрний: зберігання та обробка зернових культур.

Мета досліджень – розрахувати енергоємність продукції на прикладі зерносховища силосного типу (елеватора), які мають широке розповсюдження на території України та присутні на всіх підприємствах аграрного напрямку системи Держрезерву.

Методика досліджень. Розрахунок енергоємності продукції проведений на прикладі ПАТ «Устимівське хлібоприймальне підприємство» з елеватором на 70 тис. т зерна розташованого у с. Устимівка Васильківського району Київської області. Підприємство займається прийманням, зберіганням та відвантаженням зернових культур: пшениця, ячмінь, кукурудза та ін.

Розрахунки проводили на основі методичних положень «Основні методичні положення з нормування паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві» (наказ Держкоменергозбереження №112 від 22.10.2002 р. та галузевої методики нормування витрат палива на виробництва та відпуск теплової енергії котельними теплового господарства (Київ, ВАТ «УкрНДІнжпроект», 1998).

Короткий опис підприємства. Хлібоприймальний комплекс, призначений для приймання, сушіння, зберігання в режимі активної вентиляції, видачі зерна в авто та залізничний транспорт. За рахунок

Коренда В. А., Протасов О. С., Вишняков І. Ю., Колядюк М. Ж. Сірко З. С.

використання найбільш сучасного енергоефективного обладнання збільшується потужність приймання — переробки та зберігання зерна, при чому зберігаються показники використання працюючого персоналу та енергоресурсів.

Хлібоприймальний комплекс складається з наступного обладнання:

Блок приймання зерна з навісом — призначений для приймання зерна великовантажних автомобілів та автопоїздів.

Сушарка баштова — призначена для сушки зерна пшениці та кукурудзи.

Буферні ємкості — призначені для запасу молодого зерна перед подачею його на сушарки.

Зерноочисна машина Dakota 988 — призначена для очистки зерна пшениці та кукурудзи від домішок.

Норії вишки — призначені для технічного обслуговування головок норій і кріплення самих норій, які забезпечують транспортування зерна в технологічних потоках і є засобами вертикального переміщення зерна.

Бункер видачі зерна на автотранспорт — призначений для накопичення певної кількості зерна з послідуною видачею на автотранспорт.

Бункер видачі зерна в залізничні вагони — призначений для накопичення певної кількості зерна з послідуною видачею в залізничний вагон.

Залізничні ваги — призначені для зважування залізничних вагонів. Маневрова лебідка Т-193Б з тяговим зусиллям 5 т — призначена для переміщення залізничних вагонів на території підприємства.

Автоваги — призначені для зважування великовагового автотранспорту.

Операторна — призначена для розміщення силових щитів і пульта управління всім виробничим комплексом.

Силоси — призначені для зберігання зерна в умовах активної вентиляції (проектом передбачається установка десяти силосів ємністю 5000 т. кожний і призначені для зберігання пшениці та кукурудзи.).

Розміщення адміністративних служб підприємства розташоване в існуючому приміщенні АПК.

Для контролю проходу людей і проїзду автотранспорту біля воріт розташований КПК (контрольно-пропускний пункт).

Опис технологічного процесу.

Схема технологічного процесу наведена на рис. 1. Автомобіль або автопоїзд завантажений зерном проїжджає через автоваги, де фіксується його загальна вага, там же спеціальним пробовідбірником береться проба зерна для лабораторного аналізу (визначення вологості, засміченості і т.п.).

Далі завантажений зерном автотранспорт направляється на розвантаження.

Коренда В. А., Протасов О. С., Вишняков І. Ю., Колядюк М. Ж. Сірко З. С.

Розвантаження автомобілів змонтована на бетонному фундаменті з вмонтованим в нього бункером для зерна або інших сипучих матеріалів зернової групи. Авторозвантажувач РАГ65 — це комплексна стаціонарна установка,

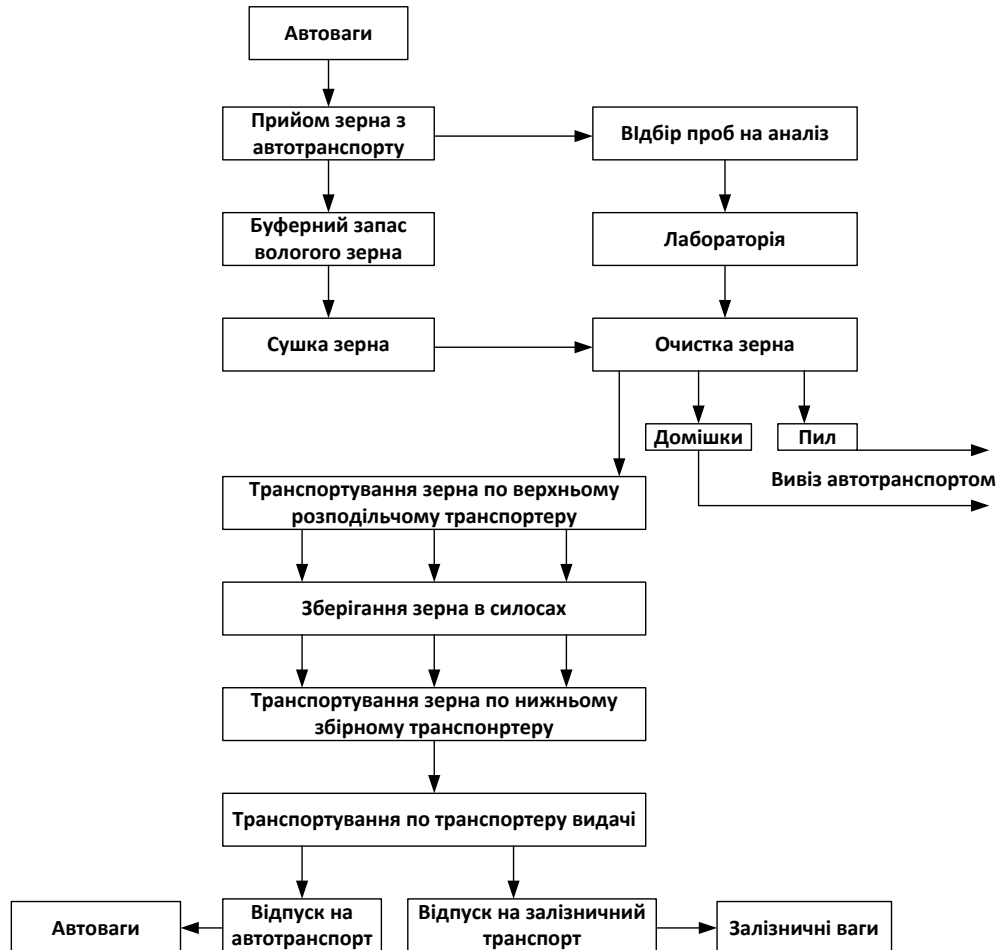


Рисунок 1 – Схема технологічного процесу

Авторозвантажувач складається з двох завальних платформ, шарнірно пов'язаних з опорами та гідроциліндрами, що дозволяє їм обертатись навколо горизонтальних осей та забезпечувати тим самим необхідний нахил платформи при розвантаженні автомобілів, причому сам вантажний автомобіль розвантажується через задній борт шляхом підйому автомобіля до кута нахилу, який дозволяє зерну висипатись через задній відкритий

борт, якщо розвантажується автопоїзд, то вивантаження причепа відбувається шляхом бокового розвантаження, тобто нахилом платформи причіпу вбік, без розчеплення його з автомобілем. Процесом розвантаження керує оператор.

Розвантаження зерна передбачено в прийомний бункер (завальну яму), ємність якої визначена таким чином, щоб можна було прийняти повністю автопоїзд.

Коренда В. А., Протасов О. С., Вишняков І. Ю., Колядюк М. Ж. Сірко З. С.

Випускні воронки прийомного бункера оснащені електрорейковими засувками, що дає змогу регулювати подачу зерна на горизонтальні скребкові транспортери і уникнути "завалу" скребків транспортера.

Горизонтально-похилий транспортер здійснює подачу зерна за допомогою цієї самої норії відбувається подача зерна на сушарку, після сушарки висушене зерно подається за допомогою транспортера і норії на очисну машину, яка очищає зерно від домішок і пилу. Домішки та пил аспіраційними системами очисної машини накопичуються у відповідних бункерах, розташованих таким чином, щоб можливе було безпосереднє вивантаження їх в спеціальний автотранспорт з подальшим вивезенням за межі підприємства.

Очищене, висушене до нормативних параметрів зерно, норією піднімається і передається на верхній горизонтальний скребковий розподільчий транспортер, розташований на верхній галереї, яка проходить над силосами, за допомогою якого і здійснюється завантаження силосів.

Зерно в силосах може зберігатись тривалий час завдяки системі активного вентиляювання силосів за допомогою вентиляторів високого тиску, які здійснюють продув зернового стовпа по принципу "знизу-вверх". Необхідність ввімкнення

системи активного вентиляювання дають спеціальні датчики, розташовані в силосах, які виявляють підвищення температури "само розігрів" зерна, вимкнення вентиляювання відбувається також автоматично, як тільки температура прийде в норму.

Вивантаження силосу відбувається шляхом ввімкнення нижнього транспортера, який проходить посередині двох рядів силосів і завантажується від кожного силосу окремим транспортером, розташованим під силосом, далі зерно подається на норію, яка піднімає його на верхню розвантажувальну галерею, в якій встановлено горизонтальний розвантажувальний транспортер, що подає зерно в бункер видачі на автотранспорт, або в бункер в спеціалізовані залізничні вагони (хопери).

Завантажений зерном автотранспорт зважується на автомобільних вагах, а завантажений залізничний хопер зважується на автомобільних вагах, а здійснюється за допомогою маневрової лебідки.

Опис схеми паливо- та теплопостачання і споживачів. Газоспоживаючим обладнанням підприємства являються дві зерносушарки SUKUP U4718. Основні технічні характеристики сушарок наведено в табл. 1.

1. Технічні характеристики сушарок

№ з/п	Параметри	Назва	Одиниці вимірювання	Величина
1	2	3	4	5
1	Технологічні	Продуктивність:		
		- при знятті вологості з 20 до 15 %	т/год	120
		- при знятті вологості з 25 до 15 %	т/год	72
2	Параметри пальника	Витрати природного газу:		
		- номінальні	м3/год	931,24
		- максимальні	м3/год	1330,33
		Тиск газу	кг/см ²	0,7-1,05
3	Параметри вентилятора	Витрати повітря		
		- зона нагріву	м ³ /год	6405
		- зона охолодження	м ³ /год	3202
		Кількість	шт.	3
		Потужність одиниці	кВт	75
		Напруга	В	380
4	Параметри спрацювання автоматики	Мін. тиск газу	кПа	7--20
		Макс. тиск газу	кПа	41--69
		Час спрацювання автоматики під час обриву полум'я	с	1--3
		Час спрацювання автоматики після відключення електроенергії	с	0
5	Температурні режими роботи зерносушарки	Максимальний нагрів теплоагента	°С	150
		Температура теплоагента (номінальний режим)	°С	98,8
		Границі зміни температури теплоагента	°С	27--115
		Границі зміни температури нагріву зерна	°С	0--65
6	Габаритні розміри	Діаметр	м	5,97
		Висота зернової колони	м	29,7
		Повна висота	м	33,8
		Товщина зернової колони	мм	328,85
7	Інші параметри	Максимальне вітрове навантаження	км/год	145
		Місткість зони нагріву	т	77
		Місткість зони охолодження	т	27
		Місткість загальна	т	127
		Нагрузка на пік даху	кг	900
		Снігове навантаження	кг/м ²	200
		Загальна маса	т	50

Сушарки використовуються наступним чином: одна основна, інша резервна, яка використовується у тих випадках, коли основна не справляється з навантаженням та коли вона не в роботі.

На підприємстві опалюються адміністративно побутовий корпус

АПК та контрольно-пропускний пункт. Опалення приміщень здійснюється за допомогою двох твердопаливних котлів Kalvis 60, основне паливо – дрова.

Опис схеми електропостачання та споживачів. Джерелом

Коренда В. А., Протасов О. С., Вишняков І. Ю., Колядюк М. Ж., Сірко З. С.

електропостачання об'єкта є ПС 110/10 „Ковалівка”. Напруга мережі — 380/220В з глухо заземленою нейтраллю. Встановлена потужність — 750,0 кВт. На підприємстві встановлено комплектну двотрансформаторну підстанцію з трансформаторами 10/0,4 кВ потужністю 2х630 кВА. В комплект трансформаторної підстанції входять дві конденсаторні батареї по 270 кВАр для компенсації реактивної потужності. Облік електроенергії передбачається електронними лічильниками активної та реактивної енергії.

Результати досліджень.

Розрахуємо норми питомих витрат палива, теплової та електроенергії на одиницю виготовленої продукції, а також норму питомих витрат тепла на відпуск тепла котельнею. За одиницею продукції приймається зернові культури, які пройшли повний технологічний цикл обробки та зберігання та відвантажені на автомобільний та залізничний транспорт.

Розрахунок норми витрат палива на одиницю продукції.

Паливо в виді природного газу використовується для сушки зернових. Розрахуємо тепловий баланс сушарок та норму питомих витрат палива на сушку зерна. Вихідні дані для розрахунку беремо з паспорту технологічного обладнання та експлуатаційних журналів. Вихідні дані для розрахунку

приведені в табл. 2. Розрахунок теплового балансу сушарок проводимо у наступній послідовності [3].

Теплова енергія від спалювання газу (прихід тепла):

$$Q = B \cdot Q_H^p, \text{ ккал/год} \quad (1)$$

де B - витрати палива, м³/год;

Q_H^p - теплотворна спроможність палива, ккал/м³.

Витрати теплової енергії сушаркою:

$$Q_{амт} = Q_1 + Q_2 + Q_{np} + Q_5, \text{ ккал/год} \quad (2)$$

де Q_1 - витрати тепла на сушку, ккал/год;

Q_2 - втрати тепла із димовими газами, ккал/год;

Q_{np} - втрати тепла з продуктом, ккал/год;

Q_{np} - втрати тепла в навколишнє середовище, ккал/год.

Інші витрати Q_i обчислюються як різниця між приходом тепла Q і витратами $Q_{амт}$.

Витрати тепла на сушку обчислюються за формулою:

$$Q_1 = W_{амт} \cdot i_n \cdot (t_2 - t_1), \text{ ккал/год} \quad (3)$$

де $W_{амт}$ - кількість випаруваної вологи, кг/год, обчислюється за формулою:

$$W_{амт} = D_{np} \cdot (W_2 - W_1) / 100, \text{ кг/год} \quad (4)$$

де D_{np} - маса продукту яка обробляється, кг/год;

W_1, W_2 - вологість продукту до і після сушки;

Коренда В. А., Протасов О. С., Вишняков І. Ю., Колядюк М. Ж. Сірко З. С.

i_n - ентальпія водяної пари після випаровування вологи, ккал/кг;
 t_1, t_2 - температура продукту до і після сушки, °С;

2. Вихідні дані для розрахунку теплового балансу сушарок

№ з/п	Найменування	Одиниці вимірювання	Величина	
			Режим 1	Режим 2
1	2	3	4	5
1	Продуктивність	т/год	120	72
2	Вологість продукту до і після сушарки	%	20;15	25;15
3	Температура продукту до і після сушарки	°С	20;65	20;65
4	Температура в сушарці	°С	98,8	98,8
5	Площа зовнішньої поверхні сушарки	м ²	557	557
6	Середня температура зовнішньої поверхні сушарки	°С	35	35
7	Витрати газу	м ³ /год	931,24	931,24
8	Температура відхідних газів	°С	110	110
9	Вміст в димових газах CO ₂	%	0,3	0,3
10	Ентальпія водяної пари після випаровування вологи	ккал/год	720	720
11	Теплоємність продукції	ккал/год	0,31	0,31
12	Середня температура середовища	°С	12	12

Втрати тепла із димовими газами обчислюються за формулою:

$$Q_2 = q_2 \cdot Q / 100, \text{ ккал/год} \quad (5)$$

$$q_2 = (t_{B.G.} - 0,85 \cdot t_{ПОВ}) \cdot [0,82 + (11,8/V_{CO_2} - 1) \cdot 0,8 \cdot 0,78] \cdot 100 / 2010, \% \quad (6)$$

де $t_{B.G.}$ - температура відхідних газів, °С;

$t_{ПОВ}$ - температура повітря в цеху, °С;

V_{CO_2} - вміст у димових газах діоксиду вуглецю, %.

$$q_3 = 3,35 \cdot V_{CO} (\alpha_{сер} - 0,1) / 10000, \% \quad (8)$$

де V_{CO} - вміст оксиду вуглецю у димових газах, %;

$\alpha_{сер}$ - коефіцієнт надлишку повітря;

Втрати тепла з продуктом обчислюються за формулою:

$$Q_{np} = D_{np} \cdot c_{np} \cdot (t_2 - t_1), \text{ ккал/год} \quad (9)$$

де: c_{np} - теплоємність продукту ккал/(м²·град).

де q_2 - питомі втрати тепла із димовими газами, обчислюються за формулою:

Втрати тепла від хімічного недопалу:

$$Q_3 = q_3 \cdot Q / 100, \text{ ккал/год} \quad (7)$$

де q_3 - питомі втрати тепла від хімічного недопалу, %, обчислюються за формулою:

Втрати тепла у навколишнє середовище:

$$Q_5 = \alpha_c \cdot S_c \cdot (t_c - t_{ПОВ}), \text{ ккал/год} \quad (10)$$

де: S_c - площа зовнішньої поверхні сушарки, м²;

$t_c, t_{ПОВ}$ - температура зовнішньої поверхні сушили та повітря у цеху, °С;

Коренда В. А., Протасов О. С., Вишняков І. Ю., Колядюк М. Ж. Сірко З. С.

α_c - сумарний коефіцієнт ккал/(м²·град), обчислюється за тепловіддачі поверхні сушарки, формулою:

$$\alpha_c = 3,6 \cdot [9,76 + 0,068 \cdot (t_c - t_{\text{пов}})] \quad (11)$$

ККД сушарки обчислюємо за формулою:

$$\eta = Q_1 \cdot 100 / Q \quad (12)$$

Питому норму витрат умовного палива на виробництво керамічної плитки (процес сушки) обчислюється за формулою:

$$b_v = \left(\frac{B}{D_{np}} \right) \cdot \left(\frac{Q_H^p}{7000} \right) \cdot 10^3, \text{ кг у.п./т} \quad (13)$$

де: B - витрати палива, м³/год;

7000 – теплотворна

Q_H^p - теплотворна спроможність

спроможність умовного палива, ккал/кг.

палива, ккал/м³, для природного газу 8156 ккал/м³;

Результати розрахунку

D_{np} - маса продукту яка

теплого балансу сушарок приведемо у табл. 3.

обробляється, кг/год;

3. Результати розрахунку теплового балансу сушарок

№ з/п	Найменування		Одиниці вимірювання	Величина	
				Режим 1	Режим 2
1	2		3	4	5
1	Кількість випаруваної вологи		кг/год	6000	7200
2	Сумарний коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні сушарки		ккал/м ² · град	39,5	39,5
3	Надходження тепла	Тепло від спалювання газу	ккал/год	7543044	7543044
4	Витрати тепла	Тепло на сушку	ккал/год	4676687,3	5144356,0
			%	62	68,2
		Втрати тепла з продуктом	ккал/год	128231,7	128231,7
			%	1,7	1,7
		Втрати тепла в навколишнє середовище	ккал/год	678874,0	678874,0
			%	9	9
		Втрати тепла з димовими газами	ккал/год	1946105,4	1493522,7
			%	25,8	19,8
		Інші витрати	ккал/год	113145,7	98059,6
			%	1,5	1,3
5	ККД сушарки		%	62,6	68,4
6	Питома норма витрат палива		кг у.п./т	19,315	19,055

Коренда В. А., Протасов О. С., Вишняков І. Ю., Колядюк М. Ж. Сірко З. С.

Для розрахунків використовуємо усереднену норму витрат палива на одиницю продукції, яка буде рівна **19,185 кг у.п./т.**

Розрахунок норми витрат палива на відпуск тепла котельнею.

Нормативна витрата палива котлами розраховується за формулою [4]:

$$b_k^0 = \frac{142,8 \cdot 100}{\eta}, \text{ кг у.п./Гкал} \quad (14)$$

де η - паспортний ККД котла.

Для біокотельних установок витрати палива на виробництво тепла розраховуємо за формулою (3):

$$b_k^0 = \frac{142,8 \cdot 100}{82} = 174,14 \text{ кг у.п./Гкал.}$$

Питому норму витрат палива на відпуск теплової енергії розраховуємо за формулою [4]:

$$b = \frac{142,8 \cdot 100}{\eta^{нет}_{кот}} \quad (15)$$

де $\eta^{нет}_{кот}$ - ККД нетто котла, який дорівнює:

$$\eta^{нет}_{кот} = \eta^{бр}_{кот} \left(1 - \frac{K_{в.п.}}{100} \right) \quad (16)$$

$\eta^{бр}_{кот}$ - ККД котла брутто;
 $K_{в.п.}$ - коефіцієнт, який враховує витрати палива на власні

$$Q_0^{pich} = V_n \cdot q_0 (t_{вн} - t_{с.о}) \cdot n_0 \cdot 24 \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал/рік}, \quad (17)$$

де V_n - об'єм приміщень за зовнішніми обмірами, м³;

q_0 - питома опалювальна характеристика, ккал/м³ год °С;

$t_{вн}$ - середня внутрішня температура приміщень, °С;

потреби, $K_{вн} = 0,9\%$ [6].

Підставивши значення ККД котла брутто та значення $K_{вн}$ у формулу (5) отримаємо:

$$b = \frac{142,8 \cdot 100}{82 \cdot \left(1 - \frac{0,9}{100} \right)} = 175,73 \text{ кг у.п./Гкал.}$$

Отже річна питома норма на відпуск тепла біокотельними установками буде рівна **175,73** кг у.п./Гкал, у перерахунку на деревні відходи (теплотворна здатність деревних відходів 1912,6 ккал/кг) питома норма становитиме **643,16** кг/Гкал.

Розрахунок норми витрат тепла на одиницю продукції.

Тепло відпущене котельнею використовується для опалення та вентиляції будівель. Розрахунок споживання теплової енергії на опалення і вентиляції проводився за методом збільшених показників.

Річний обсяг споживання тепла на опалення інших та адміністративних будівель розраховувався за формулою [3]:

$$Q_0^{pich} = V_n \cdot q_0 (t_{вн} - t_{с.о}) \cdot n_0 \cdot 24 \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал/рік}, \quad (17)$$

$t_{с.о}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, °С [4];

n_0 - тривалість опалювального періоду за рік, діб [5].

Результати розрахунків занесемо до табл. 4.

Коренда В. А., Протасов О. С., Вишняков І. Ю., Колядюк М. Ж. Сірко З. С.

4. Витрати теплової енергії на опалення будівель

Призначення приміщення	Об'єм приміщення, м ³	Середня температура в приміщенні, °С	Середня температура зовнішнього повітря, °С	Питома опалювальна характеристика, ккал/м ³ ·год·°С	Кількість днів в опалювальному сезоні	Теплові витрати	
						ккал/год	Гкал/рік
Адміністративно-побутовий корпус (АПК)	1750	20	-1,1	0,47	176	17354,8	73,31
Контрольно-пропускний пункт (КПП) і лабораторія	650	20	-1,1	0,34	176	4663,1	19,70
Всього	2400					22017,85	93,00

Річний обсяг споживання теплової енергії на вентиляцію розраховувався за формулою, [3]:

$$Q_0^{pичн} = V_n \cdot q_v (t_{вн} - t_{c.o}) \cdot n_0 \cdot Z \cdot 10^{-6}, \text{ Гкал/рік}, \quad (18)$$

де V_n , $t_{вн}$, $t_{c.o}$ та n_0 - показники, що входять до формули (1);

q_v - питома вентиляційна характеристика, ккал/м³ год °С;

Z - середня за опалювальний період тривалість роботи системи

вентиляції протягом доби, год (приймаємо 16 год на добу для всіх приміщень).

Результати розрахунку занесемо до табл. 5.

5. Витрати теплової енергії на опалення будівель

Призначення приміщення	Об'єм приміщення, м ³	Середня температура в приміщенні, °С	Середня температура зовнішнього повітря, °С	Питома вентиляційна характеристика, ккал/м ³ ·год·°С	Кількість днів в опалювальному сезоні	Теплові витрати	
						ккал/год	Гкал/рік
Виробничий блок №1	1750	20	-1,1	0,09	176	3323,3	9,36
Виробничий блок №2	650	20	-1,1	0,22	176	3017,3	8,50
Всього	2400					6340,55	17,85

Нормативні втрати теплової енергії в тепломережах становлять 5% від споживання [6], величина втрат становитиме 5,54 Гкал.

Зведемо результати розрахунків витрат теплової енергії на опалення, вентиляцію та втрати у тепломережі у табл. 6 і порахуємо їх процентну частку від загального споживання.

6. Річний тепловий баланс підприємства

Статті балансу	Обсяги виробництва і споживання теплової енергії, Гкал/рік	Частка від надходження, %
Надходження	116,40	100,0
Споживання (всього):	116,40	100,0
Витрати на опалення і вентиляцію приміщень	110,86	95,0
Втрати у тепломережах	5,54	5,0

Коренда В. А., Протасов О. С., Вишняков І. Ю., Колядюк М. Ж. Сірко З. С.

Розрахунок витрат електроенергії на одиницю продукції.

Електроенергія використовується на сушку та зберігання зернових, а також на виробництво та відпуск тепла котельнею. Розрахуємо питомі витрати тепла на одиницю продукції,

$$W_T = \sum_1^n \kappa_e \cdot P_{\text{вст}} \cdot T \cdot 10^{-3} \text{ тис.кВт} \cdot \text{год}, \quad (19)$$

де $P_{\text{вст}}$ - встановлена потужність електродвигунів, яка споживається одиницею технологічного обладнання, кВт;

κ_e - коефіцієнт використання за потужністю (визначається на основі дослідних даних);

T - тривалість роботи обладнання протягом планового періоду, годин (приймається згідно з виробничим планом підприємства);

n - кількість одиниць обладнання, які приймають участь у виробництві продукції.

Необхідна тривалість роботи обладнання визначається, виходячи з

$$W_B = \sum_1^n P_{\text{сн}} \cdot T \cdot 10^{-3} \text{ тис.кВт} \cdot \text{год}, \quad (20)$$

де $P_{\text{сн}}$ - електрична потужність, що споживається однією вентиляційною установкою, кВт;

T - тривалість роботи однієї вентиляційної установки протягом планового періоду, годин;

$$W_{\text{осв.р}} = P_{\text{сн.р}} \cdot T_{\text{осв.р}} \cdot 10^{-3}, \text{ тис.кВт} \cdot \text{год} \quad (21)$$

де $P_{\text{сн.р}}$ - потужність усіх ламп загального освітлення, що споживається в робочий час, кВт;

вони будуть рівні відношенню річних витрат тепла та випуску продукції:

$$E_T = 116,4 / 73024 = 0,0016 \text{ Гкал} / \text{т}$$

Витрати електроенергії для кожного виду технологічного обладнання визначаються за виразом [7]:

запланованої річної програми виробництва продукції по підприємству.

Тривалість роботи основного та допоміжного технологічного обладнання було розраховано згідно з технологічними картами та планом виробництва на розрахунковий рік. Склад, годинне навантаження, регламент роботи технологічного електричного обладнання приведено у табл. 7.

Витрата електричної енергії на вентиляцію визначається за формулою [7, стор. 31]:

n - кількість вентиляційних установок, що працюють.

Витрати електроенергії на загальне освітлення в робочий час визначаються за формулою [7]:

$T_{\text{осв.р}}$ - тривалість роботи освітлювальних установок в робочий час, год.

Коренда В. А., Протасов О. С., Вишняков І. Ю., Колядюк М. Ж. Сірко З. С.

7. Склад, годинне навантаження, регламент роботи технологічного електричного обладнання

№ п.п.	Найменування продукції	Найменування структурного підрозділу, дільниці, технологічної операції	Найменування технологічної операції	Енергоспоживаюче обладнання	Кількість одночасно працюючого обладнання	Встановлена потужність одиниці обладнання, $P_{вст}$, кВт	Сумарна електрична потужність встановленого обладнання, $P_{сум}$, кВт	Коефіцієнт використання обладнання	Тривалість роботи, годин за розрахунковий період	Витрати електроенергії на роботу обладнання, W , кВт·год/рік
1	Зерно	Силоси	Зберігання зерна	норія 1	1	25	25	0,75	1460	27375
				норія 2	1	25	25	0,75	1460	27375
				норія 3	1	25	25	0,75	1460	27375
				норія 4	1	25	25	0,75	1460	27375
				норія 5	1	25	25	0,75	1460	27375
				норія 6	1	25	25	0,8	1460	29200
				норія 7	1	25	25	0,8	1460	29200
				норія 8	1	25	25	0,75	1460	27375
				норія 9	1	20	20	0,75	1460	21900
				транспортер 1	1	20	20	0,75	1460	21900
				транспортер 2	1	20	20	0,75	1460	21900
				транспортер 3	1	20	20	0,75	1460	21900
				транспортер 4	1	20	20	0,75	1460	21900
				транспортер 5	1	20	20	0,75	1460	21900
				транспортер 6	1	20	20	0,75	1460	21900
				транспортер 7	1	7,5	7,5	0,75	1460	8212,5
				транспортер 8	1	20	20	0,75	1460	21900
				транспортер 9	1	7,5	7,5	0,75	1460	8212,5
				транспортер 10	1	20	20	0,75	1460	21900
				транспортер 11	1	30	30	0,75	1460	32850
				транспортер 12	1	25	25	0,75	1460	27375
				транспортер 13	1	25	25	0,75	1460	27375
				транспортер 14	1	15	15	0,75	1460	16425
транспортер 15	1	15	15	0,75	1460	16425				
транспортер 16	1	30	30	0,75	1460	32850				
шнек вигрузний	1	15	15	0,75	1460	16425				
шнек зачисний	1	7,5	7,5	0,75	1460	8212,5				
вентилятор	1	25	25	0,75	1460	27375				

Коренда В. А., Протасов О. С., Вишняков І. Ю., Колядюк М. Ж. Сірко З. С.

№ п.п.	Найменування продукції	Найменування структурного підрозділу, дільниці, технологічної операції	Найменування технологічної операції	Енергоспоживаюче обладнання	Кількість одночасно працюючого обладнання	Встановлена потужність одиниці обладнання, $P_{\text{вст}}, \text{кВт}$	Сумарна електрична потужність встановленого обладнання, $P_{\text{сум}}, \text{кВт}$	Коефіцієнт використання обладнання	Тривалість роботи, годин за розрахунковий період	Витрати електроенергії на роботу обладнання, $W, \text{кВт}\cdot\text{год}/\text{рік}$
				вентилятор	1	25	25	0,75	1460	27375
				скальператор	1	1,1	1,1	0,75	1460	1496
				здвижки	1	0,2	0,2	0,75	1460	219
				вигрузка очистки	1	3	3	0,75	1460	3285
2	Зерно	Зерносушарка	Сушка зерна	Вентиляція	1	225	225	0,7	730	114975
Разом										777887,5

Коренда В. А., Протасов О. С., Вишняков І. Ю., Колядюк М. Ж. Сірко З. С.

В табл. 8 приведено дані щодо вуличного освітлення.

8. Вуличне освітлення

Тип ламп	Потужність	Кількість	$K_{пра}$	$K_{в}$	$P_{вст},$ кВт	$T,$ год/рік	$W,$ кВт·год/рік
ДРЛ 250	0,25	8	1,12	0,95	2,128	2190	4660,32

Витрати електроенергії обладнанням механічних цехів або майстерень визначаються за формулою [7, стор. 31]:

$$W = P_y \cdot T \cdot K_n, \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (22)$$

де T - термін роботи даного механізму протягом планового періоду, год. (визначається хронометражем виконаний замовником);

$$\Delta W_{mp} = (\Delta P_{xx} \cdot T_0 + K_{\phi}^2 \cdot \beta^2 \cdot \Delta P_{кз} \cdot T_p) \cdot 10^{-3}, \text{ тис.кВт} \cdot \text{год}, \quad (23)$$

де ΔP_{xx} , $\Delta P_{кз}$ - втрати потужності в трансформаторі відповідно при холостому ході і короткому замиканні трансформатора (визначаються за паспортними даними або за номограмами втрат);

T_0 - число годин приєднання трансформатора до мережі за розрахунковий період;

T_p - число годин роботи трансформатора з навантаженням за розрахунковий період;

β - коефіцієнт навантаження трансформатора, дорівнює відношенню середнього струму навантаження до номінального струму трансформатора ($\beta = I_{сеп} / I_n$);

K_{ϕ} - коефіцієнт форми графіка навантаження трансформатора, що дорівнює відношенню

P_y - установлена потужність електродвигунів механізму, кВт;

K_n - коефіцієнт використання механізму за потужністю.

Розрахунок втрат електричної енергії в трансформаторах виконується за формулою [7, стор. 38]:

середньоквадратичного значення струму навантаження до середнього струму навантаження трансформатора за розрахунковий період ($I_{ср.кв} = I_{сеп} \cdot K_{\phi}$).

Середній струм навантаження за розрахунковий період роботи трансформатора визначається за формулою [7]:

$$I_{сеп} = \frac{\sqrt{W_a^2 + W_p^2}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot T_p}, \text{ А}$$

де W_a , W_p - витрати активної і реактивної енергії за розрахунковий період, кВт·год, квар год;

U_n - номінальна напруга мережі, кВ;

T_p - число годин роботи трансформатора з навантаженням за розрахунковий період, год.

Коренда В. А., Протасов О. С., Вишняков І. Ю., Колядюк М. Ж. Сірко З. С.

Коефіцієнт форми графіка навантаження трансформатора K_ϕ може бути визначений за характерними добовими графіками навантаження підприємства або цеху окремо для зимового і літнього періодів за формулою [7]:

$$K_\phi = \sqrt{24} \cdot \sqrt{\frac{(W_a^{zod})^2 + (W_p^{zod})^2}{W_a^2 + W_p^2}},$$

де W_a^{zod}, W_p^{zod} - щогодинне споживання активної і реактивної енергії, кВт·год, кВАр·год;

$$\Delta W_l = 3 \cdot K_\phi^2 \cdot I_{сер}^2 \cdot R_e \cdot T_p \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \cdot \text{год}, \quad (24)$$

де K_ϕ - коефіцієнт форми графіка навантаження лінії;

$I_{сер}$ - середнє значення струму в лінії за характерну добу, А;

R_e - еквівалентний активний опір лінії, Ом;

W_a, W_p - витрати активної і реактивної енергії за відповідну добу, кВт·год, кВАр·год.

Співвідношення $I_{сер} / I_n$ приймається також на підставі характерного добового графіка навантаження трансформатора.

Втрати енергії в будь-якій лінії цехової або заводської електричної мережі за відповідний розрахунковий період визначаються за формулою [7, стор. 39]:

T_p - число годин роботи лінії за розрахунковий період, год.

В табл. 9 наведено дані щодо витрат електроенергії на допоміжні заводські потреби для основних виробничих підрозділів.

Коренда В. А., Протасов О. С., Вишняков І. Ю., Колядюк М. Ж. Сірко З. С.

9. Витрати електроенергії на допоміжні заводські потреби для основних виробничих підрозділів

№ п.п.	Найменування цеху	Енергоспоживаюче обладнання	Кількість одночасно працюючого обладнання	Встановлення потужність одиниці обладнання, $P_{вст}$, кВт	Сумарна електрична потужність встановленого обладнання, $P_{сум}$, кВт	Коефіцієнт використання обладнання	Тривалість роботи, годин за розрахунковий період	Витрати електроенергії на роботу обладнання, W , кВт·год/рік
1	Адміністративний корпус	Освітлення	20	0,06	1,2	0,9	2190	2365,2
		Холодильник побутовий	1	0,135	0,135	0,4	2190	118,26
		Тепловентилятор	3	1,5	4,5	0,6	2190	5913
2	Контрольно-пропускний пункт	Обігрівач масляний	1	1,5	1,5	0,6	2190	1971
		Освітлення	2	0,06	0,12	0,9	2190	236,52
3	Майстерня	Свердильний станок	1	2,2	2,2	0,6	2190	2890,8
		Електроточило	1	1,5	1,5	0,6	2190	1971
		Точильний станок	1	3	3	0,6	2190	3942
		Компресор	1	4	4	0,6	2190	5256
		Освітлення	10	0,06	0,6	0,6	2190	788,4
4	Втрати в трансформаторах та мережі							16425
Разом								41877,18

Коренда В. А., Протасов О. С., Вишняков І. Ю., Колядюк М. Ж. Сірко З. С.

Зведені дані обсягів витрат електроенергії по окремим видам продукції за напрямками споживання надано у табл. 10. Розподілення допоміжних цехових та заводських

витрат було виконано пропорційно до енергоємності технологічного процесу виготовлення кожного з видів продукції.

10. Обсяги споживання електроенергії на виробництво продукції, кВт·год/рік

Найменування продукції	Назва цеху	Одиниця обліку	На технологічні потреби	На допоміжні заводські потреби	Повний обсяг витрат електроенергії
Зерно	Зерносушарка та силоси	кВт·год/рік	761462,5	46537,5	808000

Розраховані величини норм виробництва одиниці продукції питомих витрат електроенергії на наведені в табл. 11.

Таблиця 11 - Величини норм питомих витрат електроенергії на виробництво продукції

Найменування продукції	Назва цеху	Одиниця обліку	Обсяг	Технологічна норма	Загальновиробнича заводська норма
Зерно	Зерносушарка та силоси	кВт·год/т	73024	10,4	11,1

Висновки

Розраховано наступні показники енергоємності продукції:

- норми витрат електроенергії та тепла одиницю продукції (зерно);
- норма витрат палива на одиницю продукції (зерно);
- норма витрат палива на відпуск тепла котельнею підприємства;

Дані показники являються індикаторами енергоефективності

Список використаних джерел

1. ДСТУ ISO 50001:2014 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання, гармонізований з міжнародним стандартом (ISO 50001:2011, IDT)».

підприємства, які розроблені з врахуванням технічних характеристик обладнання, часу його роботи, кліматичних умов та ін. По цим показникам в майбутніх періодах оцінюватиметься енергоефективність роботи технологічного та допоміжного обладнання а також котельні підприємства, яка відпускає теплову енергію.

2. «Основні методичні положення з нормування паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві», затверджені наказом Держкоменергозбереження № 112 від 22.10.2002 р.;

3. Мелехин В.Т. Основные вопросы методики нормирования теплопотребления в промышленности. Л.: Энергия. 1966. 60 с;

Коренда В. А., Протасов О. С., Вишняков І. Ю., Колядюк М. Ж., Сірко З. С.

4. ДСТУ Н Б В.1.1-27-2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія».

5. Ионин А.А. Теплоснабжение и тепловые сети. М.: Энергоиздат. 1985. 360с.

6. Галузева методика нормування витрат палива на виробництво та відпуск теплової енергії котельними теплового господарства. К.: ВАТ «УкрНДІінжпроект». 1998. 91с.

7. Гофман И.Ф. Нормирование потребления энергии и энергетические балансы на промышленных предприятиях. М.: Энергия. 1966. 126 с.

References

1. DSTU ISO 50001:2014 “Energozberzhennya. Systemy energetychnogo menedzhmentu. Vymogy ta nastanova schodo vykorystannya, garmonizovaniy z mizhnarodnym standartom (ISO 50001:2011, IDT)”.

2. «Osnovni metodychni polozhenya z normuvannya palyvno-energetychnyh resursiv u suspilnomu vyrobnytstvi», zatverdzeni nakazom Derzhkomenergozberzhennya # 112 vId 22.10.2002 r.;

3. Melehin V.T. (1966). Osnovnyie voprosyi metodiki normirovaniya teplopotrebleniya v promyishlennosti. L.: Energiya. 60 s;

4. DSTU N B V.1.1-27-2010 «Zahist vId nebezpechnih geologichnih protsesiv, shkidlyvih ekspluatatsiynih vpliviv, vId pozhezhI. Budivelna kllimatologIya».

5. Ionin A.A. (1985). Teplosnabzhenie i teplovyie seti. M.: Energoizdat. 360s.

6. (1998). Galuzeva metodyka normuvannya vytrat palyva na vyrobnytstvo ta vidpusk teplovoi energii kotelnymy teploвого gospodarstva. K.: VAT «UkrNDIInzhproekt». 91s.

7. Gofman I.F. (1966). Normirovanie potrebleniya energii i energeticheskie balansyi na promyishlennyih predpriyatiyah. M.: Energiya. 126 s.

METHODS OF DETERMINATION OF PRODUCT ENERGY INTENSITY ON THE EXAMPLE OF A GRAIN ELEVATOR

V. A. Korenda, O. S. Protasov, I. Y. Vyshniakov, M. J. Kolyadyuk Z. S. Sirko

Abstract. Energy management is an independent type of professional activity aimed at achieving in the course of any business activity of an enterprise operating in market conditions, reducing costs by improving energy efficiency. Energy management includes a set of measures aimed at saving energy resources: monitoring of energy consumption and energy intensity of products, development of energy budgets, analysis of existing indicators as a basis for drawing up new budgets, development of energy policy, planning of new energy saving measures. This article describes the methodology for determining the energy intensity of products for industrial enterprises, namely energy intensity indicators. These values include: norms of consumption of heat and electricity per unit of industrial production, as well as norms of consumption of fuel and electricity for the supply of heat to the boiler plant of the enterprise. These numbers are indicators of energy efficiency that need to be calculated when implementing energy management systems at enterprises. They are the benchmarks by which the current state of energy efficiency is assessed and planned for the future, taking into account changes in output, implementation or dismantling of equipment,

Коренда В. А., Протасов О. С., Вишняков І. Ю., Колядюк М. Ж., Сірко З. С.

implementation of energy-saving measures, etc. The article shows the calculation of energy consumption of products by the example of a grain elevator.

Key words: energy intensity, electric energy, heat energy, fuel, grain elevator

**АНТИПІРЕННА КОМПОЗИЦІЯ ДЛЯ ВОГНЕЗАХИСТУ
ЦЕЛЮЛОЗОВМІСНИХ МАТЕРІАЛІВ****З. С. СІРКО**, кандидат технічних наук*Національний університет біоресурсів і природокористування України***Є. А. СТАРИШ**, завідувач сектором**Н. Л. ЦІРЕНЬ, О. Ю. ЦАПКО**, старші наукові співробітники**Д. П. ТОРЧИЛЕВСЬКИЙ, Л. Л. КІСІЛЬ**, наукові співробітники*Український державний науково-дослідний інститут «Ресурс»*

E-mail: z.sirko@ukr.net

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.01.015>

Анотація. У статті наведено результати досліджень зі створення антипірених композицій для вогнезахисту целюлозовмісних матеріалів. Проведено аналіз антипірених композицій для просочування матеріалів на основі целюлози. Показано, що найбільш ефективними з точки зору забезпечення вогнезахисту в твердій фазі і при тлінні є з'єднання на основі фосфору, здатні під час нагрівання розкладатися з утворенням фосфорної кислоти, яка пригнічує пряме окислення та знижує у значній мірі поширення вогню. Також заслуговують на увагу композиції на основі солей і кислот фосфору та азоту. Механізм дії цих композицій направлений на зменшення кількості теплоти під час горіння та стає недостатнім для самостійного горіння. Встановлено також, що під час загоряння вогнезахисні композиції взаємодіють з компонентами целюлози, що утворює залишковий фосфор та азот, у результаті чого збільшується ефективність вогнезахисної дії. Вогнезахисні просочувальні композиції – це водні розчини антипіренів. Матеріали просочують в ємності з антипіреним розчином або розпилюють по поверхні матеріалу промисловим пульверизатором. Даний метод простий та ефективний, але результат недовговічний. Більш ефективним є спосіб введення антипірену на молекулярному рівні в структуру волокна. Одним із важливих методів є поновлення вогнезахисних властивостей матеріалів за період їх експлуатації та виробів із них.

Ключові слова: експлуатація, вогнезахисність, антипірених композицій, метод нанесення, випробування, вогнезахисті властивості

Актуальність. Текстильні матеріали залишаються одними із найбільш широко застосовуваних матеріалів. Вони володіють рядом цінних властивостей, таких як відносно висока міцність, невелика щільність, мала теплопровідність.

Разом з тим вони мають великий недолік – вони горять.

Головною метою вогнезахисту текстильних матеріалів є:

- забезпечення незаймистості тканини від енергії малих калорій;

Сірко З. С., Стариш Є. А., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчилевський Д. П., Кісіль Л. Л.

- зниження швидкості поширення вогню поверхнею тканини;

- забезпечення нерозповсюдження вогню поверхнею виробів із тканини на різних стадіях розвитку пожежі.

У даний час під час розроблення вогнезахисних засобів найчастіше враховується тільки один показник пожежної небезпеки – горючість. Для вогнезахисту найчастіше використовують композиції, компоненти яких комплексно перешкоджають горінню.

Найбільш ефективними з точки зору забезпечення вогнезахисту в твердій фазі і під час тління є фосфоровмісні з'єднання, здатні під час нагрівання розкладатися з утворенням фосфорної кислоти. Наявність фосфорної кислоти змінює ставлення CO/CO_2 в напрямку пригнічення прямого окислення вуглецю CO_2 , знижуючи в значній мірі екзотермічний ефект процесу [1].

Досліджено також механізм дії композиції на основі солей і кислот фосфору та азотовмісних сполук, згідно з яким властивість вогнезахисту пов'язана зі збільшенням кількості теплоти, необхідної для глибокого розкладання матеріалу, і одночасним зменшенням кількості виділеної теплоти. В результаті цього їх співвідношення стає недостатнім для самостійного горіння. Встановлено також, що при загорянні вогнезахисні композиції взаємодіють з

компонентами целюлозовмісного матеріалу: в залишку утворюється 86 – 95% фосфору і 48 – 59% азоту від початкової кількості. У міру розкладання частка цих елементів зростає, в результаті чого збільшується ефективність вогнезахисної дії [2].

В УкрНДІ «Ресурс» розроблено ряд антипіренних композицій для вогнезахисту деревини та деревинних матеріалів [3-8].

Вогнезахист тканин – важлива частина заходів із забезпечення пожежної безпеки, який дозволяє зберегти, у випадку виникнення пожежі, життя та здоров'я людей. Особливо це актуально для наметів, де багато використовується тканин.

Мета досліджень – провести аналіз антипіренних композицій для просочування целюлозовмісних матеріалів та розробити ефективні композиції для просочування наметових тканин з наданням їм вогнезахисних властивостей.

Методика досліджень. Методи випробувань на займистість проводили згідно ДСТУ 4155-2003 «Захист від пожеж. Матеріали текстильні. Методи випробування на займистість». Цей стандарт установлює метод випробування для оцінювання характеристик горіння текстильних матеріалів (у тому числі з покриттям та просоченням) для виготовлення різних виробів у тому числі і наметів.

Для проведення випробувань використовували випробувальну

Сірко З. С., Стариш Є. А., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчилевський Д. П., Кісіль Л. Л.

установку, що складається із газового пальника, камери для проведення випробувань, тримача проби, основи установки. Також використовували інші засоби: секундомір не нижче другого класу точності, ножиці, металеву лінійку, металевий шаблон розміром $220\pm 1\text{мм}$ х $170\pm 1\text{мм}$ із отворами діаметром 5мм , розташованими так, щоб відстань між центрами отворів відповідала відстаням між шипами на рамі.

Матеріали для досліджень. Для досліджень використовували тканину напівлляну артикул СКПВ-11254 (зовнішня тканина намету) за ТУ У 13.2-40752240-001:2016 та тканину наметову за ТУ У 13.2-40752240-003:2017, які були розміщені в експозиції у м. Києві протягом 24 місяців та витримували дію як атмосферних опадів так і інтенсивного сонячного ультрафіолетового випромінювання. Для просочення з метою поновлення вогнезахисних властивостей зазначених тканин безпосередньо в конструкції наметів використовували розроблену в УкрНДІ «Ресурс» композицію, що містить у своєму складі ортофосфорну кислоту, карбамід, оксіетилідендифосфонову

кислоту, крохмаль та воду у певному співвідношенні компонентів.

Результати досліджень.

Випробування кожної елементарної проби починали не пізніше як за три хв. з моменту вилучення її з атмосфери, де її кондиціонували. Проби матеріалу закріплювали на шипах тримача проб. За шириною матеріал повинен бути розташований на шипах приблизно всередині тримача проби, а його нижній край повинен виступати на $5\pm 1\text{мм}$ нижче нижнього шипа.

Паяльник встановлювали у горизонтальному положенні на $40\pm 1\text{мм}$ вище нижнього краю проби та присували до проби на відстань $17\pm 1\text{мм}$. Тривалість дії полум'я на пробу – 5 с, а за відсутності стійкого горіння – 15 с.

Напівлляну тканину артикул СКПВ-11254 та тканину наметову після 24 місяців експлуатації в природних умовах обробили розробленою антипіреною композицією [9].

Після висушування зразки піддавали випробуванням на займистість. Результати випробувань обробленої напівлляної тканини артикул СКПВ-11254 показані на рис. 1.



Рис. 1. Випробування на займистість напівлляної тканини СКПВ-11254, яка після експлуатації була оброблена розробленою антипірною композицією

Після проведення випробувань показано, що зразки тканини не підтримують самостійного горіння, пошкодження зразків становить 45мм.

Таким чином, зразки напівлляної тканини після 24 місяців експлуатації оброблені розробленою антипірною композицією відносяться до важкозаймистих матеріалів.

Результати випробувань обробленої наметової тканини розробленою антипірною композицією після 24 місяців експлуатації в природніх умовах наведені на рис. 2.

Після проведення випробувань можна константувати, що зразки не підтримують самостійного горіння, пошкодження становить біля 40мм.



Рис. 2. Випробування на займистість наметової тканини, яка після експлуатації 24 місяців була оброблена розробленою антипірною композицією.

Після проведення випробувань можна константувати, що зразки не підтримують самостійного горіння, пошкодження становить біля 40мм.

Таким чином, зразки наметової тканини після 24 місяців експлуатації, оброблені антипірною композицією відносяться до важкозаймистих матеріалів.

Результати досліджень на займистість наметових тканин показали, що після оброблення розробленою антипірною композицією їх можна віднести до важкозаймистих матеріалів згідно ДСТУ 4155-2003.

Висновки:

1. Проведено аналіз антипірних композицій для просочення целюлозовмісних матеріалів (тканини, деревина) з метою надання їм вогнезахисних властивостей.

2. На основі проведеного аналізу розроблено ряд композицій для надання тканинам вогнезахисту.

3. Проведені випробування наметових тканин, що були в експлуатації 24 місяці, оброблених розробленою антипірною композицією.

4. Результати випробувань показали, що наметові тканини, після

Сірко З. С., Стариш Є. А., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчилевський Д. П., Кісіль Л. Л.

експлуатації оброблені розробленою антипіреною композицією можна

віднести до важко займистих згідно ДСТУ 4155-2003.

Список використаних джерел

1. Ватажків Д. А., Ніфантьєв Е. Е., Роговін З. А. Новий метод синтезу фосфоровмісних ефірів целюлози. Високомолекулярні з'єднання. 1966. Т. 8, № 1. С. 76–79.
2. Леонович А. А. Сучасні способи виготовлення вогнезахисних деревних плит. М.: ВНИПЕЛіспром, 1978. 36с.
3. Сірко З. С., Грабовський О. В., винахідники. Вогнезахисний засіб. Український патент, № 52102, 2010.
4. Сірко З. С., Тарасюк О. Б., Бобкова О. В., винахідники. Вогнезахисний засіб. Український патент, № 91685, 2014.
5. Сірко З. С., Тарасюк О. Б., Бобкова О. В., винахідники. Вогнезахисний засіб. Український патент, № 93634, 2014.
6. Сірко З. С., Грабовський О. В., винахідники. Вогнебіозахисний засіб. Український патент, № 129366, 2018.
7. Сірко З. С., Торчилевський Д. П., винахідники. Вогнебіозахисна композиція з наданням гідрофобності. Український патент, № 137014, 2019.
8. Сірко З. С., винахідник. Вогнебіозахисний засіб. Український патент, № 138954, 2019.
9. Сірко З. С., Цапко Ю. В., Цапко О. Ю., Стариш Є. А., Запталов Б. Й., винахідники. Просочувальна композиція для вогнебіозахисту брезенту наметів. Український патент, № 137633, 2019.

References

1. Vatazhkiv D. A., Nifantev E. E., Rohovin Z. A. (1966). Novyi metod sintezu fosforovmisnykh efiriv tseliulozy. Vysokomolekulyarni zednannya. T. 8, № 1. P. 76 – 79.
2. Leonovich A.A. (1978). Suchasni sposoby vyhotovlennya vohnezakhyschenykh derevnykh plyt. M.: VNIPIEIlisprom, 36.
3. Sirko Z.S., Hrabovskyi O.V. (2010). vynakhidnyky. Vohnezakhysnyi zasib. Ukrainskyi patent, № 52102.
4. Sirko Z.S., Tarasiuk O.B., Bobkova O.V. (2014). vynakhidnyky. Vohnezakhysnyi zasib. Ukrainskyi patent, № 91685.
5. Sirko Z.S., Tarasiuk O.B., Bobkova O.V. (2014). vynakhidnyky. Vohnezakhysnyi zasib. Ukrainskyi patent, № 93634.
6. Sirko Z.S., Hrabovskyi O.V. (2018). vynakhidnyky. Vohnebiozakhysnyi zasib. Ukrainskyi patent, № 129366,
7. Sirko Z.S., Torchylevskiy D.P. (2010). vynakhidnyky. Vohnebiozakhysna kompozytsyya z nadannyyam hidrofobnosti. Ukrainskyi patent, № 52102.
8. Sirko Z.S., (2019). vynakhidnyk. Vohnebiozakhysnyi zasib. Ukrainskyi patent, № 138954.
9. Sirko Z.S., Tsapko Yu.V., Tsapko O.Yu., Starysh Y.A., Zapталov B.Y. (2019). vynakhidnyky. Prosochuvalna kompozytsiya dlya vohnebiozakhystu brezentu. Ukrainskyi patent, № 137633.

АНТИПИРЕННАЯ КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ ОГНЕЗАЩИТЫ ЦЕЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ

З. С. Сирко, Е. А. Старыш, Н. Л. Цирень, А. Ю. Цапко,
Д. П. Торчилевский, Л. Л. Кисиль,

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по созданию антипиренной композиции для огнезащиты целлюлозосодержащих материалов. Проведен анализ композиций для пропитки материалов на основе целлюлозы. Показано, что наиболее эффективными с точки зрения обеспечения огнезащиты в твердой фазе и при тлении есть соединения на основе фосфора, способные во время нагревания разлагаться с образованием фосфорной кислоты, которая угнетает прямое окисление и снижает в значительной степени распространение огня. Также заслуживают на внимание композиции на основе солей и кислот фосфора и азота. Механизм действия этих композиций

Сірко З. С., Стариш Є. А., Цірень Н. Л., Цапко О. Ю., Торчильський Д. П., Кісіль Л. Л.

направлен на уменьшение количества теплоты во время горения и становится недостаточным для самостоятельного горения. Установлено также, что во время загорания огнезащитные композиции взаимодействуют с компонентами целлюлозы, который создает остаточный фосфор и азот, в результате чего увеличивается эффективность огнезащитного действия. Огнезащитные пропиточные композиции – это водные растворы антипиренов. Материалы пропитывают в емкости с антипиренным раствором или распыляют по поверхности материала промышленным пульверизатором. Этот метод прост и эффективен, но результат недолговечен. Более эффективным есть способ введения антипирена на молекулярном уровне в структуру волокна. Одним из важных методов является возобновления огнезащитных свойств материалов за период их эксплуатации и изделий из них.

Ключевые слова: : эксплуатация, огнезащитность, антипиренные композиции, метод нанесения, испытания, огнезащитные свойства.

ANTIPYRENE COMPOSITION FOR FIRE PROTECTION OF CELLULOSE-CONTAINING MATERIALS

Z. Sirko, E. Starysh, N. L. Tsireny, O. Tsapcko, D.Torchilevskyi, L. Kysyl

Abstract. *The article presents the results of research on the creation of flame retardant composition for fire protection of cellulose-containing materials. The analysis was performed of flame retardant compositions for impregnation of cellulose-based materials. Phosphorus-based compounds have been shown to be most effective in providing fire protection in the solid phase and during decomposition. They are able to decompose when heated to form phosphoric acid, which inhibits direct oxidation and greatly reduces the spread of fire. Also, noteworthy are compositions based on salts and acids of phosphorus and nitrogen. The mechanism of action of these compositions is aimed at reducing the amount of heat during combustion and becomes insufficient for self-combustion. It was also found that during ignition fire-retardant compositions interact with the components of cellulose, which forms residual phosphorus and nitrogen, resulting in increased efficiency of fire-retardant action. Fire-retardant impregnating compositions are aqueous solutions of flame retardants. The materials are impregnated in a container with a flame retardant solution or sprayed on the surface of the material with an industrial spray. This method is simple and effective, but the result is short-lived. More effective is the method of introducing flame retardant at the molecular level into the fiber structure. One of the important methods is to restore the fire-retardant properties of materials during their operation and products from them..*

Keywords: *operation, fire protection, flame retardant compositions, application method, tests, fire protection properties*